

Phys. sp.

706

Phys. sp. 706.

m

R

Volta's
neueste Versuche
über
Galvanismus.
Beschreibung
eines neuen
Galvanometers
und andere kleine
Abhandlungen
über diesen
Gegenstand.

Mit zwey Kupfern.

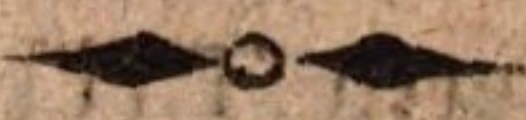
Wien,
in der Camesinischen Buchhandlung.

1803.

603



I n h a l t.



Seite.

D arstellung der vornehmsten Versuche des Herrn Volta über den Galva- nismus. Mit der Abbildung. - - -	1
Mathematische Ansicht der Voltaischen Säule, besonders in Verbindung mit dem Condensator. - - - - -	31
Ueberlicht der neuen über den so ge- nannten Galvanismus gemachten Ent- deckungen. - - - - -	51
Beschreibung eines neu erfundenen Gal- vanometers, und Bericht über eini- ge Versuche, die Wirkung der gal- vanischen Säule auf verschiedene Gas- arten betreffend. Mit der Abbildung.	65

Neueste Abhandlung Volta's über den
sogenannten Galvanismus, welche
eine Theorie seiner Säule und eine
Erklärung der vorzüglichsten von
derselben abhängigen Erscheinung ent-
hält. 78

Schreiben des Herrn Tilloch, Heraus-
geber des phil. Mag. an Herrn A.
Pictet einem der Redakteur der
brittischen Bibliothek. 126

Herr *Volta* hat bekanntlich der physisch-mathematischen Classe des Pariser Nationalinstituts eine Reihe von Versuchen vorgelegt, durch welche er die Identität der Principien zwischen den Erscheinungen des Galvanismus und denen der Elektricität in's Licht setzen wollte. Diese hat er in Gegenwart der dazu ernannten Commissarien wiederholt und es sind folgende:

1tes Princip. Wenn 2 verschiedene Metalle die einzeln keine Zeichen von Elektricität geben, mit einander verbunden werden, so wirkt im Augenblick der Berührung ein Metall auf das andere, so, daß sowohl in dem einen als dem andern eine merkliche Elektricität zum Vorschein kommt, die in einem Metalle positiv, und im andern negativ ist und die sich auch nach der Trennung der Metalle noch erhält.

A

1ter Versuch. Man nehme 2 gleiche Platten, eine von Silber oder Kupfer und die andere von Zink. Auf einer Seite müssen sie fein polirt, und auf der andern mit einem Glasgriffe der mit Siegelack überzogen ist, versehen seyn. Man setze sie genau auf einander in dem man sie bey ihren Glasgriffen hält, wie auf der Taf. Fig. 1. zu sehen ist. Man trenne sie hierauf von einander und bringe die eine Platte an die Collector-scheibe eines Condensators. Dieses Verfahren wiederhole man mehrmals und trage dabey Sorge, daß jedesmal die andere Platte wieder in ihren natürlichen Zustand, durch Berührung oder irgend eine Verbindung mit der Erde, versetzt wird. Die Folge wird seyn, daß man den Condensator mit einer beträchtlichen Elektricität beladen findet, so daß die Fäden eines Elektrometers dadurch beträchtlich auseinander getrieben werden. Wenn man die Zinkplatte an den Condensator gebracht hat, so wird man die Elektricität positiv finden; ist hingegen die silberne oder kupferne Platte gebraucht worden, so erhält man die negative oder Harzelektricität.

Anm. Zur bequemen Anstellung der Versuche hat Hr. *Volta* seinen Condensator aus 2 Kupferplatten verfertigen lassen, die nicht mehr als 1 bis 2 Decimeter im Durchmesser haben, auf Glas stehen und an den sich berührenden Flächen mit Firnis überzogen sind. Diefs thut eben die Dienste, als wenn die zwischenliegende Scheibe ein Halbleiter wäre. Man s. Fig. 2. Die eine von diesen Scheiben *b* welche zur Unterlage dient, muß mit der Erde in Verbindung stehen. Die andere *a*, welche die colligirende ist, pflegt man an ihrer obern Fassung mit einem Metalldrathe *e* zu versehen, an den sich auch wohl noch eine Kugel befinden kann, um desto leichter mit den elektrischen Körpern in Berührung kommen zu können.

Das *Elektrometer* des Herrn *Volta* Fig. 5. besteht aus einer Glasflasche mit 4 ebenen Seitenflächen. Die Elektrometerseiten bestehen aus 2 gleichen, geraden vom Kork der Flasche parallel und dicht an einander herabhängenden Strohpendeln. Der obere Theil dieser Flasche ist mit Siegellack überzogen. Auf den beyden parallelen Flächen

der Flasche, über welche die Strohpendel bey ihrem Auseinandergehen hinstreichen, ist ein Kreisbogen gezeichnet, dessen Mittelpunkt an der Stelle liegt, von welcher die Pendelchen herabhängen. Er ist in Grade von der Grösse einer halben Linie getheilt. Gewöhnlich bringt man an der obern Seite des Deckels eine gefirnste Kupferplatte *a* an, worauf eine andere *b* gelegt wird, die ebenfalls gefirnt ist, und die mit der untern einen *Condensator* bildet. Die auf den Deckel geschraubte Scheibe stellt den Collector vor, und kann, wie bey dem gewöhnlichen Condensator, unterhalb mit einem Metalldrathe *c*, versehen werden. Die andere Scheibe kann mittelst eines Metallstreifens *d*, mit dem Fußboden verbunden werden, und auf solche Art eben die Dienste thun, wie die untere Scheibe der andern Condensatoren. Wenn die colligierende Scheibe geladen ist, hebt man die obere ab, und die angehäuften Elektricität geht sogleich an die Pendelchen des Elektrometers über. Dieses Elektrometer ist überaus empfindlich, aber in Absicht der Messung selbst freylich nichts weniger als

genau, denn wenn man auch auf die Schwierigkeit nicht Rücksicht nehmen will, welche die Beobachtung des eigentlichen Grades bis auf welchen sich der Pendel erhebt, darbietet, so zeigt doch auch eine doppelt so große Divergenz der Pendeln nicht die doppelte elektrische Kraft an. Denn im Anfange verhält sich diese Kraft nach dem von *Coulomb* erwiesenen Gesetze, verkehrt wie das Quadrat der Abstände, und in der Folge muß man noch die zur Ueberwindung der Schwere erforderliche Kraft hinzufügen, gegen welche sich die Pendelchen bey ihrer Ausbreitung erheben, und die sich bey ihrer Erhebung wie der Sinus des Winkels verhält, welchen das Pendel mit der Verticallinie macht.

2ter Versuch. Statt der beyden Platten Fig. 1. nehme man eine Scheibe von Zink woran ein kupferner Stiel gelöthet ist.

1ter Fall. Man nehme den Zink z. Fig. 3. in die Hand und lege die daran gelöthete Kupferplatte *e* auf die Scheibe *a* des Condensators. Man wird sehen, daß diese

Scheibe dadurch eine negative Elektricität erhält, völlig dem 1. Versuch gemäß.

2ter Fall. Nimmt man dagegen das Kupfer *c* zwischen die Finger Fig. 4. und lege den Zink auf den Condensator *a*, so wird der Condensator kein Zeichen von Elektricität von sich geben.

3ter Fall. Man halte den Apparat auf die nämliche Art Fig. 4. bringe aber ein benetztes Papier *h* zwischen den Condensator und den Zinkstreifen, so wird sich die colligirende Scheibe des Condensators eben so positiv elektrisch, wie der Zink zeigen; und wenn man den Apparat umwendet und das feuchte Papier mit dem Kupfer berührt, so wird man eben so die Scheibe in den elektrischen Zustand versetzen, der aber in Rücksicht des Zustandes des Kupfers negativ seyn wird, wie im 1ten Fall Fig. 3.

Im *ersten* Fall zeigt sich daselbe wie beym ersten Versuche. Der elektrische Zustand der dem Kupfer durch den darangelötheten Zink mitgetheilt wird, geht eben

so in die Scheibe des Condensators wie in das Kupfer über.

Im *zweyten* Falle wird sich der Zink zwischen der Kupferplatte, woran er gelöthet ist, und der kupfernen Scheibe des Condensators die er unmittelbar berührt, an beyden Enden zwischen Kupfer befinden, folglich zwischen zwey entgegengesetzten und gleichen Kräften die einander vernichten.

Im *dritten* Falle hindert die Zwischenkunft des feuchten Papiers die Berührung des Condensators von Seiten des Zinks und somit auch die wechselseitige Einwirkung beyder Substanzen, die nur durch unmittelbare Berührung möglich ist, und läßt die Elektricität des am Zink angelötheten kupfernen Stiels in seiner ganzen Wirksamkeit, welche demnach durch die leitende Eigenschaft des feuchten Papiers der Condensatorscheibe zugeführt wird.

Zweyter Grundsatz. Es ist hieraus offenbar, daß diese Eigenschaft der Metalle

sich durch wechselseitige Berührung in einen elektrischen Zustand zu versetzen, welche Herr *Volta* die *elektromotrische Kraft* (*vis electromotrix*) nennt, nicht anders als bey der unmittelbaren Berührung statt haben kann. Die feuchten Körper unterbrechen als leitende Substanzen und selbst dadurch, daß sie schlechtere Leiter als die Metalle sind, einerseits die Berührung und zertheilen dadurch die elektromotrische Wirkung; andererseits aber lassen sie den elektrischen Zustand in welchen die Metalle mittelst jener Wirkung versetzt worden sind, an die Substanzen übergehen, mit welchen diese feuchten Stoffe selbst in Berührung sind. So das eine Reihe von metallischen Plattenpaaren und feuchten Stoffen den elektrischen Zustand abwechselnd erregen und fortleiten und auf solche Weise die Wirkungen in eben dem Maasse anhäufen können, in welchem jene Abwechselungen selbst statt haben.

Hier also die Erscheinungen an der elektrischen Säule des Volta.

Dritter Versuch. Man nehme 2 Metallplatten, eine von Silber und die andere von Zink Fig. 6. a und z . 1. lege eine unmittelbare auf die andere ohne sie zu isoliren. Man lege auf dieses Plattenpaar ein Stück benetztes Papier oder Tuch h , lege sodann auf dieses feuchte Tuch ein anderes Plattenpaar a und z 2, in der nämlichen Ordnung wie das erste. Man nehme mit dem Condensator die Elektricität dieser zweyten Lage auf, und lade denselben durch eine hinlängliche Anzahl von Berührungen. Diese Elektricität messe man hierauf am Elektrometer, so wird man, alles übrige gleich gesetzt, die Elektricität der zweyten Lage stärker als die erstere finden. Führt man auf diese Art weiter fort, so wird die elektrische Intensität in eben dem Maasse wachsen, wie die Zahl dieser Lagen vermehrt wird.

Wenn endlich diese Säule völlig aufgestellt ist, so wird sich die elektrische Kraft mehr oder weniger beträchtlich zeigen, je nachdem man sie an dieser oder jener Stelle von ihrem Fuß nach ihrer Höhe hänge-

rechnet, der Prüfung unterwirft. Die Elektricität wird negativ seyn, wenn die obern Platten in jeder Lage aus Silber, und positiv, wenn sie aus Zink bestehen.

In diesem Falle begreift man, daß die ersten Scheiben, indem sie sich in Berührung befinden, in den lektrischen Zustand versetzt werden (nach Verf. 1.) die zweyten durch das nasse Tuch von der erstern abgefondert, werden ebenfalls elektrisch; und überdem vertheilen sie nach Verf. 2. Nro. 3. die Elektricität der obern Platte in der ersten Lage, und eben so auch bey den folgenden durch alle Lagen, woraus die Säule zusammengesetzt ist. So wie man die Elektricität aus der obersten oder irgend einer andern Lage hinwegnimmt, so wird sie allemal auf Kosten des gemeinsamen Vorraths geliefert; so daß die elektrische Intensität von dem einen Ende bis zum andern nothwendig in einer arithmetischen Progression zunimmt. So scheint es wenigstens das Elektrometer des Hrn. *Volta* anzuzeigen; es wäre aber zu wünschen,

dafs diese Thatfache durch genauere Werkzeuge noch mehr bestättigt würde.

Vierter Versuch. Wenn man die Säule an ihrer Grundfläche isolirt, so befindet sich die erste und letzte Lage in dem entgegengesetzten elektrischen Zustande, von gleicher Intensität und die Mitte der Säule zeigt gar keine Spur von Elektrizität. Von dieser Mitte aus wächst die elektrische Kraft nach beyden Seiten, positiv auf der einen und negativ auf der andern, und an beyden äufsersten Lagen ist sie am stärksten. Wenn indessen die Säule nicht sehr beträchtlich ist, so wird der Condensator von jenen beyden Grenzlagen nur eine schwache Elektrizität erhalten.

Bey dieser Lage der Sachen, sieht man 1. dafs jede Platte des ersten Paares in einem mit der andern im Gegensatz stehenden elektrischen Zustand ist (Vers. 1.), und dafs jede ihre Elektrizität behält weil keine mit dem Boden einige Gemeinschaft hat. 2. Dafs so wie die Säule zunimmt, die Wirkung der neuen Lage nach jeder Seite hin

stärkere Elektricität zeigt. Auf solche Art stellt die Säule zwey einander entgegengesetzte Progressionen auf, die beständig nach entgegengesetzten Richtungen wachsen; das kleinste Glied in der einen entspricht der größten Intensität in der andern, und in der Mitte befinden sich die mittlern Glieder negativ und positiv von gleicher Stärke, heben sich auf und bringen hier den Grad der Intensität auf Null. Man sieht auch noch warum der Condensator eine so geringe Menge Elektricität erhält, daß sie bey einiger Gröfse desselben fast unbemerklich ist; denn sie kann sich nicht wieder ersetzen, da der Zusammenhang mit dem Boden abgeschnitten ist.

Indessen würde die Communication der Basis der Säule mit einer beträchtlichen Verstärkungsflasche doch zum Theil eben die Wirkung hervorbringen wie ihre Verbindung mit dem Boden selbst, und es dürfte dadurch der Kopf einer solchen isolirten Säule eine sehr merkliche Elektricität zeigen.

Fünfter Versuch. Wenn man die Verbindung zwischen dem Fuß und dem Boden wieder herstellt und zugleich mit dem Condensator den Obertheil der Säule berührt, so wird sich derselbe selbst in einem Augenblick, sehr merklich laden. Berührt man mit einer Hand den Fuß der Säule und mit der andern ihren Kopf, so wird man eine anhaltende oder beständig wiederholte Empfindung verspüren. Wenn man vom Kopfe bis zum Fusse der Säule eine Reihe von Leitern anordnet, zwischen welchen sich Stoffe finden die von der galvanischen Kraft eine Veränderung erleiden, wie z. B. das Wasser in welches man von beyden Seiten Dräthe bringt u. s. w. — so zeigt die Continuität der Phänomene wodurch jene Wirkung charakterisirt wird, eine Continuität von Wirksamkeit welche von der Communication herrührt die von der Verbindung der auf beyden Seiten angebrachten Körper mittelst des dazwischen befindlichen Wassers abhängt. Diese Vorrichtung hat zu einem Heere von Versuchen aller Art Anlaß gegeben, die jetzt zu bekannt sind, als daß man derselben zu gedenken brauchte.

Man begreift daß im 1sten Falle alles was durch den Condensator weggenommen worden, verhältnißmässig durch die Verbindung mit dem Boden wieder ersetzt worden ist; auch begreift man in den übrigen Fällen, daß sich ein Strom vom obern Theile nach dem untern zwischen der einen und andern der entgegengesetzten Elektricitäten erzeugt.

Sechster Versuch. Wenn man einerseits zwischen der Basis der Säule und dem Boden eine ansehnliche Verbindung errichtet und andererseits die Elektricität vom Kopfe der Säule in eine sehr große elektrische Flasche leitet, so kann man durch eine sehr schnelle Berührung des Kopfs der Säule diese Flasche so laden, daß man eine sehr starke Erschütterung daraus erhält. Die 7. Fig. stellt eine von den bequemsten Arten vor, diesen Versuch zu wiederholen. Die Verbindung des Säulenfusses geschieht durch einen breiten Metallstreifen der in das Wassergefäß reicht, in welches der Experimentator die eine Hand taucht. Mit der andern hält eben dieser Physiker die

Verstärkungsflasche und fährt mit dem Leiter derselben gegen einen Knopf der an der obersten Metallplatte der Säule angebracht ist. Man kann auf die nämliche Art eine Gaspistole losbrennen wenn man mit ihrem Knopf an den der Säule rührt. Die Ladungen die man auf solche Art vom Kopf der Säule nimmt, es sey nun mit dem Condensator oder mit irgend einem andern Apparate, finden auf gleiche Art statt, die Säule mag begrenzt seyn wie sie will, auch ist es einerley ob die Berührung an einer von den Metallplatten, oder an der feuchten Substanz geschieht.

Die Versuche der Herren van *Marum* und *Pfaff* mit der Teylerschen Maschine haben auch gezeigt dafs man eine Batterie auf gleichen Grad, mittelst einer Säule von 200 Plattenpaaren durch weniger Berührungen, als mittelst des Conduktors dieser grossen Maschine laden könne. Dieses Phänomen welches kaum begreiflich ist, wenn man die Wirkungen der grossen elektrischen Apparate kennt, rührt nach *Volta* daher, dafs keine Vergleichung zwischen einem

elektrischen Strom der durch eine Reihe von Wirkungen welche unabgesetzt erneuert werden, und einer augenblicklichen, obgleich sehr starken Entladung, statt findet. Das nämliche Phänomen findet sich bey Vergleichung der Wirkungen bestätigt die in der Oekonomie des thierischen Körpers bey Anwendung der Voltaischen Säule und der gewöhnlichen Elektrifirmaschinen sich zeigen.

Dritter Grundsatz. Da die Säule aus zwey Ordnungen von Körpern zusammengesetzt ist die zu ihrer Wirkung unentbehrlich sind, wovon die eine aus *elektromotrischen* und die andere aus *blos conduci- renden* besteht, so müssen die resultirenden Eigenschaften dieser Zusammenordnungen eben so verschieden ausfallen wie die Stoffe selbst sind, welche man zu diesen verschiedenen Theilen gewählt hat. Auf solche Art wirken eines Theils die Metalle in verschiedenen Graden von elektromotrischer Kraft einander, und anderntheils pflanzen die zwischenliegenden feuchten Substanzen die Wirkung dieser Kraft mit
mehr

mehr oder weniger Leichtigkeit und Vollständigkeit fort.

Auf einer andern Seite offenbart sich die Intensität oder der Grad der Stärke von der metallischen elektromotrischen Kraft wesentlich durch elektrometrische Wirkungen, wodurch er gemessen werden kann, und im Voltaischen Elektrometer, wo freylich die Messung nicht den höchsten Grad der Genauigkeit hat, wird er wenigstens durch die Grösse der Divergenz der Strohpengelchen angezeigt. Wenn übrigens die elektrometrischen Wirkungen dieselben bleiben, so sieht man an andern Erscheinungen wie sie sich verändern und ihre Eigenthümlichkeiten bald durch die Leichtigkeit des Ueberganges, bald durch die Grösse der Oberflächen in welchen dieser Uebergang geschieht, scheinbarlich zu Tage legen.

Auf solche Weise scheint also die Mannigfaltigkeit und Energie der Wirkungen welche die Voltaische Säule hervorbringt aus der Verbindung zweyer Elemente zu resultiren; und wenn man die elektrischen

Wirkungen mit andern Kräften vergleicht von welchen die Körper belebt sind, so stellen die Intensitäten ihre *Geschwindigkeiten*, und die Fähigkeiten der leichteren und weitem Fortleitung ihre *Massen* vor.

Die folgenden Versuche werden einen Begriff von diesen beyden Arten von Einfluß geben.

Siebenter Versuch. Die Erfahrung hat bewiesen, daß man die Metalle nach der Intensität ihres elektrischen Zustandes der aus ihrem Contact resultirt, ordnen könne. Silber, Kupfer, Eisen, Zinn, Bley und Zink bilden eine Reihe in welcher jedes Metall, mit dem vorhergehenden in Berührung gebracht, in einen positiven; beym Contact mit dem folgenden hingegen in einen negativen, elektrischen Zustand versetzt wird. Die Extreme dieser Reihe sind diejenigen welche bey der unmittelbaren Berührung die größte Intensität geben, welches also hier das Silber und der Zink ist. Man kann aber noch mehrere Stoffe in diese Reihe aufnehmen wie z. B. Braunstein, Reissbley,

Kohlen, alle übrigen Metalle, verschiedene Compositionen u. f. w. Die Wirkung des Braunsteins in Verbindung mit dem Zink ist beynahe doppelt so stark als bey dem Silber.

Die Engländer desgleichen Herr *Pfaff* in Kiel, haben auch Säulen aus einem einzigen *Metall* aus Schwefelhaltigen und feuchten Substanzen zusammengesetzt. Hr. *Gautherot* hat Wirkungen von einer Säule aus Kohlen, Schiefer und feuchten Substanzen erhalten. *Davy* versichert daß er einen Apparat aus gepaarten Kohlen welche zu beyden Seiten in Flüssigkeiten von verschiedener Natur eingetaucht waren, zusammengesetzt habe; auf der einen Seite war z. B. Wasser und auf der andern eine Auflösung in Säuern, Alkalien u. f. w. Ist es nicht möglich daß es selbst unter den flüssigen Körpern einige giebt welche in Beziehungen gegen einander elektromotrisch werden, denn *Volta* vermuthet, daß der Bau bey dem Zitteraal und den elektrischen Fischen auch auf ähnliche Schichtungen verschiedenartiger Stoffe hinaus-

komme; so wie einige Physiker auch auf die Gedanken gekommen sind, daß ähnliche Dispositionen zwischen den KrySTALL-platten gewisser Mineralien die eigentlichen Ursachen ihrer elektrischen Erscheinungen seyn möchten.

Obgleich Hr. *Volta* selbst, die Versuche über die Successionsordnung der Metalle nicht vor den Commissarien des Instituts wiederholt hat, so haben sich doch mehrere Physiker und unter andern der B. *Lehot*, so wie einige der Commissarien, von der Realität der Sache durch Versuche überzeugt.

Aber ein wichtigeres Phänomen und dessen Kenntniß man Hrn. *Volta* allein zu verdanken hat, ist dieses, daß die elektrische Intensität vom Contact des Silbers und Zinks welche vom Elektrometer angezeigt wird, gleich ist der Summe aller derer die sich in den zur Reihe gehörigen Metallen von dem einen und dem andern Extrem an entwickeln; so, daß wenn die Intensität des Silbers am Zink durch 12 vor-

gestellt wird, die des Silbers am Kupfer in der angezeigten Reihe der Zahl 1 gleich ist; des Kupfers am Eisen 2; des Eisens am Zinn 3; des Zinns am Bley 1; des Bleyes am Zink 5; die Summe aller = 12 gleich der Intensität der elektromotrischen Kraft des Silbers am Zink. Wenn man sonach alle diese Metalle zwischen ihren Extremen austheilt, so erhält man für die Totalwirkung nicht mehr als wenn man blos die äußersten allein unmittelbar mit einander verbunden gehabt hätte.

Dieses Phänomen verdient durch genauere Werkzeuge als das Pendelelektrometer ist, aufs sorgfältigste geprüft zu werden. Es ergiebt sich daraus ein Grund mehr, warum es nothwendig ist feuchte Körper zwischen die Metalle zu legen.

Achter Versuch. Die feuchten Körper leisten nicht alle in gleicher Vollkommenheit die Dienste eines Leiters: Das reine Wasser ist einer der unvollkommensten; sobald man aber einiges Salz darunter mischt, wird die leitende Eigenschaft dadurch ver-

mehrt und die Wirkungen der Säule werden merklicher. Auch scheint die Verkalkung welche durch das Zwischenlegen der feuchten Körper veranlaßt wird, etwas zur vollkommenen Wirkung beyzutragen. Indessen verändert sich hierdurch, nach *Volta*, die durchs Elekrrometer angezeigte elektrische Intensität nicht, aber die Empfindungen welche die Säule auf unsere Organe äußert, werden viel lebhafter.

Man ordne den Apparat mit Schalen oder Gläsern an, die in 2 parallelen Reihen neben einander stehen und mit Streifen von Kupfer und Zink versehen sind wodurch sie mit einander in Verbindung kommen, so daß das negative Ende der einen Reihe mit dem positiven der andern zusammen trifft. Man fülle diese Gläser mit gemeinem Wasser und bringe die Schenkel eines Froschpräparats in jene beyden äußersten zusammen treffenden. In die beyden Gläser am andern Ende der Reihe bringe man die mit dem kupfernen Stiele verbundene Zinkplatte wodurch diese beyden Reihen mit einander verbunden werden

können. Im Momente des Eintauchens wird das Präparat Zuckungen bekommen. Man bringe in die beyden am weitesten vom Präparat entfernten Gläser etwas Kochsalz oder Salmiak, so werden die Zuckungen merklich stärker werden; bringt man dergleichen auch an die zunächst befindlichen, so werden die Zuckungen noch mehr zunehmen und so immer weiter, so daß wenn die Muskeln des Frosches ermüdet zu seyn scheinen und unbeweglich werden, eine solche Auflösung ihre Wirksamkeit augenblicklich erneuert; auch selbst dann wenn die Gläser worinn die Auflösung vorgenommen wird, in beträchtlicher Entfernung von denen stehen worin man die Schenkel des Thieres getaucht hat.

Von allen bis jetzt versuchten Salzen ist der Salmiak das wirksamste, sowohl beym Apparat mit den Gläsern als auch in der Konstruktion der Säule: Es wird nicht undienlich seyn, hier die Beobachtung eines sehr merkwürdigen Phänomens mit beyzufügen wovon die Folgen bey den nützlichen Anwendungen der Galvanischen

Apparate auf die thierische Oekonomie und bey Behandlung der Krankheiten interessant werden können: wenn nämlich das vorerwähnte Froschpräparat endlich erschöpft zu seyn scheint und unbeweglich bleibt, so ist es hinlänglich wenn man die Schenkel wechselt und z. B. den der im positiven Glase gehangen hatte, ins negative hängt und so hinwiederum; augenblicklich werden sich alsdann die Zuckungen erneuern und wieder wie Anfangs zu seyn scheinen. Noch mehr, wenn auch jetzt wieder alle Bewegung aufgehört hat, und man nach einiger Zeit abermals die Verwechselung vornimmt, daß die Schenkel wieder in dieselben Gläser wie das erste mal zu liegen kommen, so entsteht augenblicklich wieder die convulsivische Bewegung.

Neunter Versuch. Die Unvollkommenheit in der leitenden Eigenschaft der feuchten Substanzen überhaupt und des reinen Wassers insbesondere kann noch durch eine Art von Versuchen bewiesen werden. Man nehme eine Säule die so aufgestellt ist, daß

man sie als isolirt oder nur schwach mit dem Boden verbunden ansehen kann, die z. B. auf einem gewöhnlichen hölzernen Tische steht. An diese bringe man einen Streifen benetztes Papier, Fig. 8. so an, daß das eine Ende am Kopf der Säule P welcher etwa positiv angenommen wird, und das andere Ende am Fusse N der negativ sey, anliege. In diesem Zustande wird der Nullpunkt der Säule O in ihrer Mitte liegen. Untersucht man nun den elektrischen Zustand des Papierstreifens, so wird man ihn gegen P hin positiv und negativ gegen N hin finden. Geht man aber von diesen beyden Punkten aus, so findet man die Elektricität immer schwächer je näher man an O kommt, so daß sie in O ebenfalls Null ist.

Wenn man nun an irgend eine Stelle des Theils P O am Papierstreifen, eine besser als Wasser leitende Substanz z. B. Salzwasser bringt, so wird sich der Nullpunkt O in der Säule gegen den Kopf P erheben und das Gegentheil wird statt finden wenn man die Untersuchung am un-

tern Theile *No* eben dieses Streifens vornimmt. Eben so varirt auch der Nullpunkt *O* in der Säule wenn einer der beyden Theile des Papierstreifens seine Leitungskraft entweder durch seine Lage, oder durch seine Austrocknung ändert. Wenn die Theile *Po* und *No* statt einen einzigen Streifen auszumachen, aus zwey abgesonderten und von einander unabhängigen Streifen bestehen, wovon sich die freyen Enden abgesondert über den Tisch verbreiten und man nun einen derselben mit einer Salzauflösung beladet, immittelt der andere bloß mit Wasser durchnäßt ist, so wird sich der elektrische Zustand des mit Salzwasser beladenen, theils viel weiter erstrecken als bey dem wo bloßes Wasser gebraucht worden, und der Nullpunkt *O* der Säule wird sich in eben dem Maasse auf dieser Seite erhöhen oder erniedrigen.

Zehnter Versuch. Man nehme einen Apparat der aus Metallplatten von einem beträchtlichen Durchmesser zusammengesetzt ist, und wozwischen sich nasse Pappscheiben von gleichem Durchmesser befin-

den. Darneben stelle man einen andern von eben so vielen Lagen derselben Metalle, aber von kleinerm Durchmesser. Diese beyden Säulen werden am Elektrometer gleiche Grade zeigen und folglich bey gleicher Zahl der Plattenpaare auch gleiche Intensitäten haben. Wenn man hingegen mit beyden Säulen den Versuch anstellt wo Eisendrath verbrannt wird, so zeigt die Säule vom größern Durchmesser, wie man weiß, weit stärkere Wirkungen als die vom kleinern. Auch erleiden die Metalldräthe eine desto thätigere Verbrennung wenn sie auf der einen Seite mit der Säule durch eine größere Oberfläche, und andererseits durch ein fein zugespitztes Ende mit derselben in Verbindung kommen.

Ueberhaupt sind, die Genauigkeit des Contacts, die Gröfse worauf er sich erstreckt und die Vollkommenheit der leitenden Mittelkörper, die Bedingungen unter welchen, bey übrigens völlig gleichen Umständen die größte Menge elektrischer Materie in Thätigkeit gesetzt wird; da hingegen bey einer geringen Anzahl von Be-

rührungspunkten und dünnen Leitern auch nur wenig Elektrizität zum Ausbruch kommen kann.

Die kleine tragbare Säule deren sich Hr. *Volta* gewöhnlich bedient, ist auf folgende Art eingerichtet. In Fig. 9. ist *d* eine kleine Säule von einer mehr oder minder beträchtlichen Anzahl Lagen die in ein Futteral von Weißblech eingeschlossen sind. Jede Lage dieser Säule besteht aus einer Kupferplatte welche an eine Zinkplatte gelöthet ist. Zwischen diesen Lagen befinden sich nasse Tuchscheiben und das Ganze wird von 3 Glasäulen zusammengehalten. Diese Säulen sind am untern Ende in metallene Hülsen eingelassen wodurch sie an eine Kupferplatte befestigt werden welche die Basis der Säule bildet und die hier im untern Theile des Futterals verborgen ist. Am obern Ende sind sie in einen Hut von dem nämlichen Metall gefasst über welchen sich eine metallene Quaste *e* befindet und welcher gedrange über den obern Theil des Futterals *a* geschoben werden kann, wenn man ihn verschließen will.

Die Glasfäulen lassen zwischen der innern Wand des Futterals und den Metallscheiben einen so weiten Zwischenraum das dieses Futteral bloß mit dem obern und unterm Theil der Säule in Verbindung steht. Der Theil des Futterals *c* über welchen der Deckel geschoben wird, ist mit einem etwas starken Ueberzuge vom Siegellack oder Gummilack versehen, so das dadurch beyde Theile an diesem Orte vollkommen von einander isolirt sind.

Wenn man nun in diesem Zustande das verschlossene Futteral unten in eine nassgemachte Hand nimmt, und den Deckel oder Hut mit irgend einem Theile des Körpers berührt, so empfindet man an beyden Theilen eine merkliche Erschütterung. Zwey solche Apparate wo die Platten in umgekehrter Lage zusammen geordnet sind, geben eine doppelte Erschütterung wenn man in jeder nassen Hand eine hält, und beyde Hüte einander bis zur Berührung nähert. Diese Geräthschaft welche man sehr leicht bey sich führen kann, dient zu einer grossen Menge von Versuchen.

Diefes find die vornehmften Verfuche auf welche Herr *Volta* feine Theorie gegründet hat. Sie zeigt auf eine fehr einleuchtende Art die Identität des Grundftoffs beym Galvanismus und der Elektrizität; ferner macht fie uns mit einer wichtigen bisher unbekannten Thatfache bekannt, welche in der Eigenschaft gewiffer Naturkörper und befonders der Metalle liegt.

Mathemathische Ansicht der Voltai-
schen Säule, besonders in Verbin-
dung mit dem Condensator. *)

Man denke sich die Säule im isolirten Zustande, und setze den Ueberschuss an Elektricität, welchen eine Zinkplatte über eine Kupferplatte hat, mit welcher sie in unmittelbarer Berührung ist, $= 1$.

Wenn die Säule bloß aus 2 Platten besteht, wovon die untere Kupfer und die obere Zink ist, so kann der elektrische Zustand der erstern durch $-\frac{1}{2}$, und der andern ihrer durch $+\frac{1}{2}$ ausgedrückt werden.

*) Aus dem: Rapport fait a l'Institut national sur les expériences du Citoyen Volta, 4to 32. S. Was dem mathematischen Theile vorausgeht, ist im vorigen Artikel enthalten.

Fügt man noch eine dritte Platte, von Kupfer bey, so muß man sie durch eine nasse Pappe von der vorigen Zinkplatte trennen, um eine Versetzung der elektrischen Flüssigkeit dadurch zu bewirken. Sie wird alsdann in den nämlichen elektrischen Zustand kommen, wie diese letztere, wobey man freylich auf die eigne Wirksamkeit des Wassers, die sehr gering zu seyn scheint, und als unvollkommner Leiter der Mittheilung nur einen schwachen Widerstand leisten dürfte —, nicht Rücksicht nimmt. Wegen der Isolirung wird die obere Platte ihren Ueberschuss nicht anders als auf Kosten der untern Kupferplatte erhalten können. Jetzt werden also die respektiven Zustände nicht mehr so seyn, wie beym vorigen Versuche, sondern die untere oder kupferne Platte wird $-\frac{2}{3}$ die über ihr liegende von Zink aber $-\frac{2}{3} + 1 = \frac{1}{3}$.

Die dritte kupferne, welche wieder durch eine angefeuchtete Pappscheibe von der vorigen getrennt ist, hat eben das Quantum von Elektricität $+\frac{1}{3}$ und die Summe der durch die erste Platte verlohrnen Elektrici-

tricitätsmenge und der von den andern beyden erworbenen, wird gleich 0 seyn, wie im Fall der zwey Platten.

Nimmt man noch eine 4te Platte, von Zink, dazu, so wird sie eine Einheit mehr haben, als die Kupferne, über welcher sie unmittelbar liegt, und dieser Ueberschuß hat wegen der Isolirung einen Verlust der untern Platten zur Folge; mithin hat man für die untere, kupferne Platte -1 , und für die andere sie berührende von Zink, o. d. i. sie wird sich im natürlichen Zustande befinden. Für die 3te Platte, von Kupfer, welche von der vorigen durch feuchte Pappe getrennt ist, 0, die also auch im natürlichen Zustande seyn wird. Endlich für die darauf liegende von Zink, $+1$.

Schließt man auf diese Art weiter fort, so findet man die elektrischen Zustände jeder Platte der Säule; die Quantitäten der Elektricität wachsen für jede derselben vom Fuß bis zum Kopfe in einer arithmetischen Progression deren Summe $= 0$.

Ist die Zahl der Elemente gerade, so ist dieses am leichtesten zu übersehen. Vom Positiven zum Negativen muß immer der Uebergang durch 0 geschehen, und so wird sich das mittlere Plattenpaar deshalb im natürlichen Zustande befinden müssen.

Man nehme an, daß die untere Platte von Kupfer mit der Erde in Verbindung, oder die Isolirung aufgehoben sey. Jetzt wird also die negativ elektrisirte Platte ihren Mangel aus der Erde zu nehmen bemüht seyn; dieß wird aber nicht anders als durch eine Veränderung der Elektricität in den obern Platten, geschehen können; folglich werden alle negativen Quantitäten der unteren Hälfte der Säule auf Kosten des gemeinen Elektricitätsbehältnisses neutralisirt seyn. Daraus wird folgen, daß die unterste Kupferplatte die Elektricität des Bodens hat, welchen man $= 0$ setzen kann. Die zweyte, von Zink, welche jene berührt, wird haben $+ 1$. Die 3te von Kupfer, durch nasse Pappe von der vorigen geschieden, eben so $+ 1$; die 4te von Zink, welche jene berührt $= + 2$,

und so werden die verschiedenen Elemente in einer arithmetischen Progression wachsen.

Setzt man nun die äusserst geringe Wirkung des Wassers auf die Metalle beyseite, so kann man annehmen: 1. dafs in der isolirten Säule, die Galvanische Flüssigkeit von einer Schichtung zur andern durch die nasse Pappe übergeht, selbst in demjenigen Falle wenn keine Verbindung zwischen den beyden Enden der Säule vorhanden ist.

2. Dafs der Ueberschufs von Elektrizität welchen der Zink vom Kupfer erhält, für diese beyden Metalle unveränderlich ist, sie mögen sich in natürlichen Zustande befinden oder nicht.

3. Man nenne n die Anzahl der zur Säule gehörigen Elemente, so dafs die ganze Anzahl aller ihr zugehörigen Platten $= 2n$. Man nehme durchgehends an, dafs die unterste Platte von Kupfer und die oberste von Zink sey, und x bezeichne die Menge

Elektricität welche in dieser letztern über ihr natürliches Maafs angehäuft ist.

Die Spannungen oder Elektricitätsgrade der verschiedenen Zinkplatten werden vom obern Ende der Säule bis zum untern folgende arithmetische Progression bilden:

$$x; x-1; x-2; \dots x-n-1$$

deren Summe ist $= nx - \frac{n \cdot n-1}{2}$

Eben so wird die Progression der Kupferplatten folgende seyn

$$x-1; x-2; x-3 \dots x-n$$

wovon die Summe ist $= nx - \frac{n \cdot n+1}{2}$

Die Totalsumme aller dieser Spannungen ist $2nx - n^2$. Diese muß im Zustande des Gleichgewichts $= 0$ seyn, wenn nämlich die Säule isolirt ist und weiter nichts als ihre natürliche Elektricität hat, die vorhin als 0 angesehen worden ist. Folglich wird $2nx - n^2 = 0$.

Hieraus folgt: $x = \frac{n}{2}$ welches die Spannung der obersten Platte im Zustande

des Gleichgewichts ist; die der unteren, welche $= x - n$, wird durch diesen Werth $x - n = -\frac{n}{2}$ Eben so wie die vorige, nur mit dem entgegengesetzten Zeichen.

Die Tension der m ten Zinkplatte von oben herabgezählt, wird seyn $= x - (m - 1)$ oder $-\frac{n}{2} - (m - 1)$; die von einer Kupferplatte in eben dem Abstände vom andern Ende der Säule $= x - n + m - 1$ oder: $-\frac{n}{2} + m - 1$; Ebenfalls, bis auf das Zeichen, einerley mit der vorigen, also sind im isolirten Zustande der Säule, wo sie bloß ihre natürliche Elektricität hat, die Platten in gleichen Abständen von den Extremitäten der Säule im gleichen Grad elektrisirt, die eine positiv die andere negativ.

Nimmt man eine Zinkplatte in ihrem natürlichen Zustande, wo ihre Spannung Null ist, so wird ihr Rang oder ihre Stelle durch folgende Gleichung bestimmt: $-\frac{n}{2} - (m - 1) = 0$. Welches giebt $m = 1 +$

$\frac{n}{2}$, wo m eine *ganze* positive Zahl seyn muß, welches nicht anders statt findet, als wenn n eine *gerade* Zahl ist. Alsdann ist die Kupferplatte, die eben diese Spannung, mit dem entgegengesetzten Zeichen hat, ebenfalls im natürlichen Zustande und die respektiven Abstände beyder, von den Endpunkten der Säule : $1 + \frac{n}{2}$ werden sich in der Mitte befinden.

4. Man nehme an, daß eine Verbindung zwischen den Fuß der Säule und dem allgemeinen Elektricitätsbehältniß, der Erde, vorhanden sey; n habe wieder die vorige Bedeutung, so wird man für die Spannungen der Zinkplatten folgende arithmetische Reihe haben :

$$n; n-1; n-2; \dots 1.$$

$$\text{deren Summe ist} = \frac{n \cdot n+1}{2}$$

die Spannungen der Kupferplatten sind in folgender Fortschreitung:

$$n-1; n-2; n-3; \dots 0$$

$$\text{wovon die Summe ist} = \frac{(n-1) \cdot n}{2}$$

Setzt man diese zu den vorigen, so erhält

man die Quantitäten von Elektricität, welche die Säule über ihrem natürlichen Zustande enthält. Diese Summe wird seyn $= n^2$. Diefs ist also die *Ladung* der Säule, die durchs Quadrat der Anzahl der Säulenelemente dargestellt wird. Die Spannung der obersten Platte hingegen ist bloß durch die erste Potenz derselben oder durch n , darzustellen. Woraus sich ergibt, daß unter übrigens gleichen Umständen, die Phänomene welche von einer Anhäufung der Elektricität in der Säule abhängen, mit der Höhe der Säule in einem viel stärkern Verhältnisse wachsen, als diejenigen, welche bloß von den Spannungen abhängen.

5. Bey der isolirten Säule sind die Zeichen der Elektricität sehr schwach, ja es ist ganz unmöglich, den Condensator auf eine merkliche Art zu laden, wenn die Zahl der Schichtungen nicht groß ist. Die Rechnung giebt die Ursache hiervon sehr bequem an; übrigens zeigt sich auch das Spiel des Condensators sehr einleuchtend.

Es sey q die Capacität der colligirenden Scheibe des Condensators; die Capacität einer von den Scheiben der Säule sey als die Einheit genommen, so daß die Quantitäten qa und a erforderlich sind, um die nämliche Spannung für die Condensator-Scheibe, und für eine Säulenplatte zu erhalten. Man nenne i die condensirende Kraft des Instruments, wenn dessen beyde Scheiben auf einander stehen, wobey zugleich die untere mit der Erde verbunden ist; daß also eine durch b ausgedrückte Spannung für den Zustand der Vereinigung beyder Scheiben, bi wird, wenn sie getrennt sind.

Ist nun die Säule nicht isolirt, so wird nach (4) die Spannung der Endplatte von Zink, $= n$ seyn. Bringt man diese Platte mit der Sammelscheibe des Condensators in Berührung, so wird sie derselben einen Theil ihrer Elektricität überlassen; dieser Verlust aber wird sich aus dem Boden wieder ersetzen, so daß ihre Spannung dieselbe bleibt, und die des Condensators ebenfalls $= n$ wird. Die Quantität überhaupt,

womit der Condensator geladen ist, welche durch X' ausgedrückt sey, wird seiner Capacität und seiner condensirenden Kraft proportional seyn, und man wird in der unisolirten Säule haben: $X' = qni$. Wenn im Gegentheil die Säule isolirt ist, so wird sich die oberste Platte nicht anders mit dem Condensator ins Gleichgewicht setzen können, als indem sich ihre Spannung verändert. Es sey x diese Spannung im Zustande des Gleichgewichts, so wird die durch den Condensator abforbirete Quantität seyn $= q i x$

und die Summe der Spannungen von allen Schichten der Säule, wird, wie in (3) seyn $= 2nx - x^2$. Setzt man diese zur Ladung des Condensators, so kommt 0 für die isolirte Säule, die blos ihre natürliche Electricität hat. Man wird also um den Werth von x zu bestimmen, haben;

$2nx - n^2 + qix = 0$ woraus man erhält $x = \frac{n^2}{2n + qi}$. Dies ist der Ausdruck für die Spannung am obersten Ende der Säule. Man muß ihn multipliciren mit qi , um die Ladung des Condensators für

die isolirte Säule zu erhalten; drückt man sie durch X aus, so ist $X = \frac{n^2 q i}{2n + q i}$ und für $q n i$ seinen Werth X' gesetzt, kommt

$$X = X' \frac{n}{2n + q i}$$

Der Werth $\frac{n}{2n + q i}$ ist nothwendig ein Bruch der desto kleiner wird, je beträchtlicher die Stärke des Condensators ist. So nach ladet sich der Condensator weit schwächer, wenn die Säule isolirt ist, als wenn das Gegentheil statt findet.

Wenn z. B. 30 Plattenpaare sind, der Condensator blos die Capacität einer einzigen derselben hat, und 120mal verdichtet, wie solches beym Voltaischen der Fall war, so hat man $n = 30$, $q = 1$ und $i = 120$ dieß giebt $X = \frac{1}{6} X'$. Es ist also die Ladung des Condensators bey der isolirten Säule 6mal kleiner als bey der unisolirten.

Die Capacität der Sammelscheibe ist gewöhnlich größer als 1; setzt man sie = 4 und die übrigen Werthe bleiben, so findet sich $X = \frac{1}{18} X'$.

Es ist oben bemerkt worden, daß in der isolirten Säule für die gerade Anzahl der Elemente, in der Mitte 2 Platten, eine von Zink und die andere von Kupfer, liegen, welche sich im natürlichen Zustande befinden. Dieses findet nicht mehr so statt, wenn der Condensator an den obern Theil der Säule angebracht wird, und der Punkt des Uebergangs vom Positiven ins Negative verändert sich. In der That ist die Spannung der m ten Zinkplatte von oben herunter gerechnet, zufolge von (3)

$$= x - (m - 1)$$

Um diese Spannung $= 0$ zu haben, muß $m = 1 + x$ seyn, oder wenn man für x seinen Werth setzt $\frac{n^2}{2n + qi}$ wird m

$$= 1 + \frac{n^2}{2n + qi}$$

Der Werth von m und folglich der Rang der Platte, die sich in ihrem natürlichen Zustande befindet, hängt, wie man sieht, von der Plattenzahl und der Stärke des Condensators ab; und es wird außerdem noch erfordert, wenn die Bedingung mög-

lich seyn soll, daß m eine ganze Zahl sey. So wird man also in einem der vorigen Beyspiele, wo $n = 30$ $q = 1$; $i = 120$ war, haben $m = 6$ das heisst die 6te Zinkplatte von oben herab gerechnet, wird in ihrem natürlichen Zustande seyn; ohne Condensator würde dieses die 16te Platte seyn, indem alsdenn für den Werth von m die Zahl 16 käme. Ueberhaupt wird sich der Werth von m in dem Maasse vermindern, wie q i gröfser wird und n unverändert bleibt. Und es geht deshalb der Zustand des Positiven ins Negative näher am obern Theile der Säule über, wenn der daselbst angebrachte Condensator sehr stark ist.

Wird q i unendlich, so ist $m = 1$, das heisst: wenn die Stärke des Condensators so beträchtlich ist, daß die Elektricität, wodurch er von der Säule geladen wird, keine merkliche Spannung in ihm bewirkt, so wird er alle diese Elektricität absorbiren; die Säule wird ganz negativ werden, und blos die oberste Platte wird sich in ihrem natürlichen Zustande befinden. Dies

ist der Fall bey einer an ihrer Basis isolirten Säule und wo die oberste Platte, die von Zink, mit dem gemeinschaftlichen Reservoir der Erde in Verbindung steht.

Es fragt sich jetzt, was geschehen wird, wenn der Condensator statt am obersten Ende der Säule angebracht zu seyn, sich an irgend einer andern Zinkplatte befände, deren Rang, von oben herab gerechnet, durch m ausgedrückt wäre? Die Spannung dieser Platte wäre $x - (m - 1)$ nach dem was zu Anfang bemerkt worden, und die Ladung des Condensators wird seyn: $qi [x - (m - 1)]$ Setzt man dazu die Summe der Quantitäten von Elektricität, die in der Säule enthalten sind, welche ist $2n x - n^2$, so muß diese Summe für den Zustand des Gleichgewichts 0 werden; dieß giebt, um x zu bestimmen, die Gleichung $2n x - n^2 + qi (x - (m - 1)) = 0$ wor-

$$\text{aus folgt } x = \frac{n^2 + qi (m - 1.)}{2n + qi}$$

Hier sieht man, daß sich die Spannung in der obersten Platte mit der Lage des Con-

denfators verändert. Wenn $m = 1$, so ist er am obersten Ende der Säule angebracht, und man hat $x = \frac{n^2}{2n + qi}$ wie vorher.

Man kann mit Hülfe dieser Formeln den Rang der Platte die sich im natürlichen Zustande befindet, für jede gegebne Lage des Condensators finden; wenn nämlich dieser Rang durch m' von oben herab gerechnet, ausgedrückt ist, so hat man:

$$m' = 1 + x \text{ oder } m' = 1 + \frac{n^2 + qi(m-1)}{2n + q}$$

Um das Gesetz dieser Variationen zu verfolgen, hat man zu merken, daß wenn $m = 1$ kleiner als $\frac{n}{2}$ ist, der Condensator an der obern Hälfte der Säule angebracht seyn muß; hingegen an der untern wenn $m = 1$ größer als jener Werth ist. Wenn $m = 1 = \frac{n}{2}$ so ist der Werth von $x = \frac{n^2 + qi(m-1)}{2n + qi}$ durch $2n + qi$ theilbar, und giebt $x = \frac{1}{2}n$.

Das heißt, wenn man den Condensator in der Mitte der isolirten Säule an-

bringt, so wird die Spannung der obern Platte wie vorher seyn; aber es wird auch die Ladung des Condensators: $qi \left[x - (m-1) \right]$ folgende: $qi \left(x - \frac{n}{2} \right)$ und verwandelt sich in 0, wenn man den vorigen Werth von x substituirt. Folglich nimmt jetzt der Condensator gar keine Elektrizität an.

Macht man $m-1 = \frac{n}{2} - \omega$

und ist ω positiv in der obern Hälfte der Säule, und negativ in der untern, so nimmt der Werth von x folgende Form an: $x =$

$$\frac{n}{2} - \frac{qi\omega}{2n + qi}$$

So wie ω bejahend ist,

wird n kleiner als $\frac{n}{2}$ seyn,

Wenn aber ω verneinend wird, so wird es größer als jener Werth. Sonach vermindert sich die Spannung der obersten Platte, wenn man den Condensator an der obern Hälfte der Säule anbringt, so wie sie sich bey der untern vergrößert.

Die Ladung des Condensators hat den Ausdruck : $qi (x - (m - 1))$. Setzt man $\frac{n}{2} - \omega$ statt $m - 1$, so erhält man $qi (x - \frac{n}{2} + \omega)$. Endlich wenn man für x seinen Werth setzt, und die Ladung des Condensators durch X ausdrückt, so findet sich $X = \frac{2 n \omega}{2 n + qi}$

X ist also positiv oder negativ, je nachdem ω positiv oder negativ ist. Sonach ladet sich der Condensator positiv, wenn man ihn an die obere Hälfte der Säule legt, und negativ, wenn er an der untern angebracht wird.

Der Werth von x , welcher die Spannung der obersten Platte ausdrückt, ist, wie man so eben gesehen hat, $x = \frac{n}{2} - \frac{qi \omega}{2 n + qi}$. Wenn der Condensator, an der letzten Zinkplatte am Fuß der Säule, angebracht ist,

$$\omega = -\frac{n}{2} + 1, \text{ welches giebt } m = n$$

$$\text{und } x = \frac{n}{2} \left(1 + \frac{qi}{2 n + qi} - \frac{qi}{2 n + qi} \right)$$

Die

Die Spannung der letzten Kupferplatte, die $x-n$ ist, wird alsdann $x-n = \frac{n}{2} (-1$

$$+ \frac{q_i}{2n + q_i} - \frac{q_i}{2n + q_i})$$

Wenn die Stärke des Condensators unendlich ist, so reducirt sich der Werth $\frac{q_i}{2n + q_i}$ auf 1, welches giebt $x = n-1$; $x-n = -1$, dieß heißt, daß alsdann, wenn die Stärke des Condensators so beträchtlich ist, daß die Elektricität die er an die Säule überträgt, in der Sammelscheibe keine merkliche Spannung verursacht, so neutralisirt er alle negative Elektricität, die der untersten Platte allein ausgenommen. Die Zinkplatte an welche der Conduktor angebracht ist, wird im natürlichen Zustande seyn, die Kupferplatte welche unmittelbar darunter liegt, wird -1 haben, und das übrige der Säule positiv seyn. Dieß ist der Fall bey einer Säule die mit Kupfer anfängt und mit Zink endigt, und in welcher die erste Platte von Zink indem sie von der Basis ausgeht, mit der Erde in Verbindung ist.

Es ließen sich noch mehrere andere Erscheinungen an der Voltaischen Säule dem Calcul unterwerfen; allein wenn er sich auf hinlänglich genaue Thatfachen gründen soll, so erfordert er äußerst präcise Versuche. Uebrigens sieht man aus dem bisherigen wie man dazu gelangen kann.

Uebersicht der neuen über den sogenannten Galvanismus gemachten Entdeckungen.

Es ist bisher über den *Galvanismus* so viel bemerkt und geschrieben worden, daß eine kurze Uebersicht der Hauptpunkte dieser neuen Lehre nicht allein dem bloßen Liebhaber, sondern selbst demjenigen der nach seinem Beruf alle die einzelnen darüber erschienenen Abhandlungen gelesen hat, gewiß nicht unwillkommen seyn wird. Ich benutze deshalb einen von der Societé philomatique entworfenen Aufsatz, worinn sich eine solche Uebersicht befindet, für die Liebhaber dieser Wissenschaft.

Die Hervorbringung der convulsivischen Bewegungen wenn Nerve und Muskel

durch einen Bogen von verschiedenen Metallen in Verbindung gebracht werden, ist eine Thatfache die ursprünglich schon von *Galvani* ist dargestellt worden *). Die genauere Entwicklung der Analogien dieser Erscheinung mit denen der Elektricität war es, was sogleich Hrn. *Volta* beschäftigte. Mehrere organische, durch den Contact der beyderley Metalle hervorgebrachte Erscheinungen, z. B. der Blitz, der Geschmack &c. wurden in eben die Classe von diesem gelehrten Physiker gesetzt. Die Bestimmung aller der Umstände welche die Hervorbringung der Convulsionen mehr oder weniger begünstigten; der Beweis, daß mehrere von diesen Umständen nicht eben dieselben Wirkungen wie die von der Elek-

*) Schon aus diesem einzigen Grunde dürfte es nicht unbillig seyn, für diese und alle verwandten Erscheinungen den Namen *Galvanismus*, den man in neuern Zeiten verdrängen zu wollen scheint beyzubehalten. Eben so billig und gerecht ist es aber auch auf der andern Seite den Namen der *Galvanischen Batterie*, mit dem weit schicklicher der *Voltaischen elektrischen Säule*, nach dem Vorschlage des Hrn. D. *van Marum*, zu vertauschen.

tricität äußern, waren die Resultate langer Arbeiten von *Humboldt*, *Pfaff*, *Halle*, u. a. Daher die neuen Anstrengungen von *Volta*, seine Theorie aufrecht zu erhalten: die Erfindung seiner Säule; die erstaunenswürdige Vermehrung der Wirkungen durch diese Vervielfältigung der Metallscheiben; die Aehnlichkeit der durch die Säule erhaltenen Empfindung mit der elektrischen Erschütterung; die Anziehungen und Abstoßungen die auf der Zinkseite der resinösen und auf der Silberseite der Glaselektricität entsprachen. Alles dies gehört in die zweyte Epoche, und ist das Resultat der Entdeckungen des Paduanischen Physikers. Aber von hier an ging auch der Galvanismus der bisher bloß für die Physiologie ein Interesse zu haben schien, in das Gebieth der Chemie über, und schien selbst die neuesten Theorien derselben zu erschüttern. Zwey Engländer, *Carlisle* und *Nicholson*, hatten den Gedanken ein paar Metalldräthe ins Wasser zu tauchen, wovon jeder mit der einen Extremität der Säule in Verbindung stand; sie sahen die Erscheinung der Gasarten, woraus dieses Wasser zusam-

mengesetzt war, und zwar ohngefähr in dem nämlichen Verhältniß in welchem sie bey demselben vorhanden sind; indessen erschien jede einzelne Gasart am Ende des einen Draths in einem gewissen Abstände vom Ende desjenigen wo sich das andere Gas entwickelte, und sobald sich die Dräthe berührten, hatte alle Entwicklung auf einmal ein Ende. Seit der Zeit ist alle Aufmerksamkeit auf diese Seite gerichtet worden, und die Wirkung des Galvanismus auf die Thiere hat man so lange vernachlässigt bis die einfachste und allgemeinste Frage über seine Wirkung auf das Wasser erschöpft war.

Vor allen fragt sich nun: kommen diese Oxygen - und Hydrogenbläschen von ein und demselben Wassertheilchen? um darauf zu antworten, wollte man sehen ob sie sich in getrennten Wasserportionen darstellen ließen. Die Herren *Ritter* und *Pfaff* zeigten zuerst daß dies wirklich der Fall sey, wiewohl durch Mittel die noch Zweifeln unterworfen waren. Herr *Davy* in London fand ein einfacheres und evidenteres:

nachdem er jeden Drath in ein besonderes Wassergefäß gesteckt hatte, so verband er das Wasser beyder Gefäße mittelst seiner eigenen Finger. Die Entwicklung hatte ganz auf die gewöhnliche Art statt. Eben dieß geschieht wenn man statt der Finger Muskelfasern, Sehnen, Pflanzenfasern, Kohle u. dgl. nimmt.

Es giebt nur zwey Arten diese Erfahrung mit der neuen chemischen Theorie der Natur des Wassers zu vereinigen. Entweder das Wasser jedes Gefäßes verliert den einen seiner Bestandtheile, und enthält den andern überschüssig — es wird oxygenirt oder hydrogenirt —, oder die *Galvanische* Flüssigkeit führt den überschüssigen Bestandtheil an das Ende des Draths im andern Gefäße. Die erstere Meinung haben die Herren *Monge* und *Berthollet* aufgestellt und Herr *Hassenfratz* hat sie durch folgende Erfahrung zu beweisen gesucht. Wenn man die Sehne zur Verbindung gebraucht, so dauert die Entwicklung nicht lange ohne sich merklich zu schwächen; verwechselt man aber die Dräthe der Ge-

fäße, so erneuert sich die Stärke der Entwicklung wieder, erzeugt aber in jedem Gefäß ein Gas das dem vorigen entgegengesetzt ist. Die Ursache ist, sagt er, weil jedes Wasser möglichst von dem Bestandtheile erschöpft war, welchen ihm der Drath entriß, und dafür den andern im Uebermaass enthielt. Jetzt wo der neue Drath gerade den Bestandtheil verlangt welcher im Uebermaass vorhanden ist, überläßt ihn das Wasser demselben ohne Schwierigkeit.

Die andere Meinung ist die der Herren *Fourcroy*, *Vauquelin* und *Thenard*. Die Galvanische Flüssigkeit, sagen sie, zersetzt das Wasser indem sie aus dem Drathe der Silberseite herausströmt, läßt aber bloß das Oxygen entweichen, indem es sich selbst mit dem Hydrogene verbindet, um eine Flüssigkeit zu bilden welche auf eine unsichtbare Art das Wasser und den zur Verbindung der beyden Wassergefäße dienenden Körper durchströmt um zum andern Drath überzugehen, wo aber während des Eindringens in denselben, die Galvanische

Flüssigkeit das Hydrogene wieder absetzt, welches sich dann in Bläschen entwickelt. Der vornehmste Versuch womit diese Physiker ihre Hypothese zu unterstützen bemüht sind, ist dieser: Wenn man zwischen die Enden der beyden Dräthe ein recht reines Silberoxyd bringt, so reducirt sich dasselbe an dem Ende des positiven Draths oder an demjenigen wo sich das Oxygen gas erzeugt, und in diesem Falle erscheint kein Hydrogen gas am entgegengesetzten Drathe; die Ursache ist weil sich dieses Hydrogen bey seinem Uebergange mit dem Oxygen des Silberkalks zu Wasser verbunden hat.

Außer diesen beyden Versuchen von welchen derjenige, welcher mit völliger Genauigkeit angestellt war, vielleicht eine Art von Experimentum curcis vorstellen könnte, haben mehrere Physiker noch andere angestellt wo sie verschiedene Säuren oder andere zusammengesetzte Stoffe unter das Wasser mischten. Ihre Resultate sind aber im Grunde nichts weiter als Modificationen des Fundamentalversuchs über die

Entwicklung der beyderley Gasarten. Wenn man auf solche Art Salpetersäure untermischt, so löst sich der Drath auf der Silberseite sehr schnell auf, der an der Zinkseite hingegen thut dieses nicht. Man sieht daß hier das Hydrogene sich des Oxygens der Säure bemächtigt, und dem Drath nicht Zeit läßt sich so zu oxydiren, daß er aufgelöst werden könnte. Wenn man Schwefelsäure anwendet, so schlägt sich an der Zinkseite Schwefel nieder, wo das Hydrogene die Säure zersetzt, indem sie ihr das Oxygene raubt, und so in allen andern Fällen.

Eine Thatfache aber die bemerkt zu werden verdient ist die, daß die Herren *Nicholson*, *Cruikshank*, *Pfaff* und *Desormes* immer gefunden haben, daß sich an der Silberseite ein wenig Salpetersäure, und an der Zinkseite etwas Ammoniac erzeugt. Ohne Zweifel rührt solches daher, daß auch das reinste Wasser allemal etwas Azot enthält, daß sich im erstern Falle mit dem Oxygen und im letztern mit dem Hydrogen verbindet.

Indem man nun auf solche Art die wahre Natur der Erscheinungen untersuchte welche sich in dem Wasser worinn die Dräthe eingetaucht waren, zeigten, vernachlässigte man auch diejenigen nicht, welche an der Säule selbst vorkommen. Die Bestimmung des wahren Elements der Säule hat besonders Herrn *Desormes* und *Pfaff* beschäftigt. Hier fragt es sich, sind die Lagen welche ein solches Element ausmachen, so zusammengesetzt: *Zink, Silber, feuchte Substanz* — ? oder vielmehr so: *Silber, feuchte Substanz, Zink* — ? *Desormes* ist für die erstere Anordnung; denn, sagt er, in der Säule ist es der Zink der sich oxydirt; und wenn man die Säule so zusammensetzt: *Zink, Silber, feuchte Substanz &c.* so oxydirt sich auch der Drath der mit dem Zink in Verbindung steht; der Zink ist also jetzt wirklich an seiner activen Stelle, und ist nicht als Conduktor anzusehen. Herr *Pfaff* aber ist ganz der entgegengesetzten Meinung; denn eben deswegen weil sich der Zink oxydirt, muß das Hydrogen an dem Drathe erscheinen der mit ihm in Verbindung ist. Er beweist

über dieses noch durch die Analogie mit den Versuchen die er über die Thiere angestellt hat, daß im wahren Element der Säule die feuchte Substanz zwischen den beyderley Metallen befindlich seyn müsse; in der That wenn man Zink an einen Nerven bringt, ans Ende dieses Zinks, Silber legt, und den Erregungsbogen durch Zink begrenzt welcher vom Silber zum Muskel geht, so erfolgen keine Zuckungen; wohl aber wenn man auf die eine Seite Zink, auf die andere Silber legt, und beyde alsdann nach Gefallen verbindet. Wenn die erstere Verbindung die wahre wäre, so müßte das andere Stück Zink indem es als bloßer Leiter diene, eben so gut wie jedes andere Metall seyn.

Es wird nicht undienlich seyn hier beyläufig zu sagen, woher der scheinbare Unterschied rührt der sich zwischen den französischen und englischen Versuchen findet. Diese letztern sagen immer, daß der Zink die positive Elektricität und das Oxygen gas liefere; die französischen aber legen diese Eigenschaften dem Silber bey. Dieß

kommt daher weil die Engländer ihre Säule so construiren: Zink, Silber, feuchter Körper; Zink &c. Hier soll nach Pfaffs Theorie die erste Zinkplatte bloß die Dienste eines Leiters verrichten. Die Franzosen construiren hingegen ihre Säule so: Silber, feuchter Körper, Zink; Silber u. s. w.

Wenn man zwischen jede Metallplatte einen feuchten Körper bringt, z. B. Silber, feuchter K. Zink, feuchter K. Silber, feuchter K. Zink u. s. w. so zeigt sich gar keine Wirkung, es ist gleichsam als wenn man 2 Säulen in entgegengesetzter Richtung construirt hätte die sich neutralisirten.

Die Gegenwart der Luft um die Säule ist nothwendig, denn unter dem Recipienten der Luftpumpe werden die Wirkungen in dem Maasse schwächer in welchem die Luftverdünnung zunimmt. Wenn man die Säule in Wasser versenkt, so verschwinden die Wirkungen ebenfalls, vielleicht weil das Wasser ein unmittelbarer Leiter ist als die Dräthe. Indessen fragt es sich, ob es die Luft sey welche ihr Oxygen herzugeben

habe, oder ob die Oxydation des Zinkes ihren Sauerstoff nicht vom Wasser erhalte womit die Tuch - oder Pappscheiben durchnässt sind? Diefs ist noch nicht entschieden. Einige glauben eine Abnahme der Luft bemerkt zu haben, wenn die Glocke auf einem chemisch pnevmatischen Apparate steht. Andere verneinen es.

Wenn übrigens auch die ganze Säule von Wasser trieft, so thut sie dem ohngeachtet Wirkung; überhaupt ist ein großer Unterschied zwischen ihr und der Leidner Flasche. Eine Verschiedenheit liegt darinn, daß die Anziehungen und Abstossungen im Vergleich mit den Erschütterungen, unendlich schwach sind. Man hatte gleich Anfangs die Meinung, daß die Betäubungen der Krampffische mehr zu den Galvanischen als zu den elektrischen Erscheinungen gehören dürften, und Herr von *Humboldt* hat diese Vermuthung in Guyana am *Gymnotus electricus* bestätigt.

Fourcroy, *Vauquelin*, *Pfaff* und mehrere andere haben sich überzeugt, daß die

vorgeblichen grossen Galvanischen Funken nichts anders als ein Produkt der Verbrennung der Dräthe sind; daher zeigen sie sich auch nur bey den verbrennlichen Metallen: Zink, Eisen &c. bey den übrigen wie Gold, Platina &c. nicht. Auch ist die Wirkung der Säule in Hervorbringung Galvanischer Wirkungen nicht so ununterbrochen, daß man sie nicht augenblicklich erschöpfen könnte. Wenn man an ihre beyden Enden grosse metallische Leiter anbringt, so empfindet man eine starke Erschütterung und die Wirkungen sind auf einige Sekunden ganz schwach, wie solches *Vauquelin* beobachtet hat. Neuere Versuche von eben diesem Physiker haben auch gezeigt, daß viereckigte Kupfer- und Zinkplatten von 1 Quadratfuß, fast gar keine Erschütterungen gegeben, und das Wasser nur schwach zersetzt haben; dagegen sind die an einander gebrachten Metalldräthe mit unglaublicher Heftigkeit entzündet worden. Macht man aus einer solchen Platte 4 kleinere, und thürmt sie auf einander, daß man eine viermal so hohe Säule erhält, so verstärken sich die Erschütterungen, aber die

Entzündungen werden schwächer. Zwey Säulen von gleicher Höhe, geben beynahe gleich starke Erschütterungen und Gasentwickelungen, wenn auch gleich ihre Durchmesser sehr ungleich sind. Eine Säule aus Gold und Platina, hat gar keine Wirkung gezeigt.

Beschreibung eines neu erfundenen Galvanometers, und Bericht über einige Versuche, die Wirkung der galvanischen Säule auf verschiedene Gasarten betreffend.

(Von W.H. Pepys d. j. A. d. Juniusft. des ph. Mag. 1801.)

Während einer Reihe von Versuchen über die atmosphärische Elektricität, mit welcher ich mich im Jahre 1798 beschäftigte, hatte ich häufigen Anlaß von dem Bennetschen Goldblättchen - Elektrometer Gebrauch zu machen.

Oft entstand in mir nun auch der Wunsch, daß irgend ein Instrument möchte erfunden werden, mit welchem man die galvanische Wirkung messen könnte, wenn eine Platte Silber und eine Platte Zink durch Zunge und Oberlippe verbunden werden. Da nun

E

viele Phyfiker gleich Anfangs behauptet hatten, daß galvanifches und elektrifches Fluidum einerley wären, fo gab mir die ganz befondere Empfindlichkeit des Goldblättchen-Elektrometers die Idee an die Hand, es auf den Gegenstand, welchen ich im Sinne hatte, anzuwenden, zu welchem Zwecke ich folgende Vorrichtung wählte:

Taf. II. Fig. I. zeigt das ganze Galvanometer, nur der Deckel ift als aufgehoben dargestellt, um die Befchreibung zu erleichtern, anftatt daß beym Gebrauche diefer Deckel in die Oeffnung des Cylinders eingelaffen wird. Der Deckel befteht aus zwey Kreisplatten von Meffing, durch Schrauben mit einander verbunden, und an der untern Platte ift überdieß ein Korkpfropf befeftiget; diefer muß genau in den Cylinder paffen. Die untere Platte fo wie der Kork hat in der Mitte eine längliche Höhlung eingefchnitten; von diefer geht bis an den äußern Rand der Platte eine Rinne. In diefer Rinne, welche von der obern Platte bedeckt wird, liegt ein Streifen Silberblech *AA*, welchen man vor- und rückwärts fchie-

benkann, damit die Goldblättchen, *a*, befestigt an dem Silberblech, den beyden aufrechtstehenden Stücken Zink *B*, *C*, genähert, oder davon entfernt werden können. Diesen Theil der Vorrichtung kann man auch in Fig. 2. sehen, aber die untere Platte liegt oben, *AA* ist der Streifen Silberblech; das Ende, welches in die Röhre hinabsteigt, ist ein wenig gespalten, um die Goldblättchen zu fassen.

B B, *CC*, sind 2 rechtwinkelige Stücke Zink, die aufrechtstehenden Stücke können einander näher gebracht, oder von einander entfernt werden; dieses geschieht durch einen Ausschnitt in dem einen Querstücke unter dem Boden, wie Fig. 3. zeigt. Die beyden Stücke Zink werden durch die Schraube *D* Fig. 1. in der gehörigen Entfernung festgehalten.

Das Stück Zink *BB* besteht eigentlich aus 2 Stücken, welche durch ein Gelenk *E* mit einander verbunden sind, um alles leichter ordnen zu können, wenn das Instrument in Wirksamkeit gesetzt werden soll.

Das Bodenstück *m*, welches die Glasröhre faßt, ist aus Buchsbaumholz und mit Glasfüßen *FFF* versehen, um es isoliren zu können.

Als nun das Instrument fertig war, versuchte ich die Wirkung desselben, indem ich das äußere Ende des Silberblechs zwischen die innere Oberlippe und das Zahnfleisch, und das bewegliche Stück Zink an die Zunge brachte. Die Entfernung der beyden Stücke Zink betrug $\frac{1}{4}$ Zoll. Ich konnte nicht die geringste Wirkung bemerken. Ich versuchte nun das nähmliche, wenn die Zink-Stücke $\frac{1}{8}$, bis $\frac{1}{6}$ Zoll entfernt waren; aber auch da bemerkte ich nicht das geringste Auseinanderfahren der Blättchen, oder einen besondern Geschmack.

Berührten sich aber Gold und Zink, so bemerkte man es gleich durch den Geschmack, der gerade so war, als wenn Zink und Silber in unmittelbare Berührung gebracht werden, dadurch daß sich Zink und Silber zwischen den Zähnen berühren, während dem sie im Munde die gehörige La-

ge haben ; aber ich konnte nicht die geringste Wirkung bemerken, wenn sie in einer merklichen Entfernung waren. Nachdem ich auch vergeblich versucht hatte, durch Vergrößerung der Metallflächen, welche den Mund berührten, die Wirkung zu vergrößern, stellte ich das Instrument als unbrauchbar zur Seite; aber ein empfindlicheres Elektrometer als andere war es doch.

Da ich aber den Mangel an Erfolg nicht sowohl einem Fehler in den Grundsätzen oder der Vorrichtung, sondern der Schwäche der galvanischen Ladung zuschrieb, so hatte *Volta* kaum seine Säule bekannt gemacht, als mir schon beyfiel, daß eine erhaltene stärkere Ladung gewiß mein Instrument affiziren würde, wenn elektrisches und galvanisches Fluidum identisch wären.

Mein Freund *Heinrich Lawson* hatte eine Säule von 80 Platten Zink und eben so viel von Silber erbaut; wir machten also zusammen Versuche. Das Silber des Gal-

vanometers wurde mit der obersten Platte der Säule, welche aus Zink bestand, und der Zink des Galvanometers mit der untersten Platte der Säule, welche Silber war, in Verbindung gesetzt, das verschiebbare Stück CC dann gerichtet; als nun beyde Stücke Zink in einer Entfernung von $\frac{1}{3}$ Zoll standen, divergirten die Goldblättchen. Als man der Vorrichtung eine elektrische Glasröhre näherte, divergirten sie noch mehr, und gaben dadurch an, daß der gegenwärtige Zustand positiv sey.

Nun kehrten wir die Verbindung um; das untere Zinkende des Galvanometers wurde mit der obern Zinkplatte, und der Silberstreifen mit der untern Silberplatte der Säule verbunden. Nun hob die elektrische Glasröhre das Auseinanderfahren der Blättchen auf; als man aber geriebenes Siegelwachs näherte, öffneten sie sich sogleich.

Bey diesen Versuchen mit dem Galvanometer gab die Säule Stöße, die eine solche Empfindung erregten, als man gehabt haben würde, wenn soviel belegte Fläche

mit Elektricität geladen worden wären, daß sie durch das Galvanometer entladen, die Goldblättchen zerrissen, und zerstört hätte. Der Galvanismus aber hatte die Goldblättchen nur $\frac{1}{4}$ Zoll voneinander entfernt. Brachte man nur wenig geriebenes Siegelwachs an das Instrument, so erhielt dieses die Blättchen in beständiger Bewegung.

Seit diesem habe ich mit *Volta's* Säule eine Menge Versuche gemacht, ja sogar habe ich die meisten Versuche, welche bisher öffentlich bekannt geworden, wiederholt, und außer diesem noch einige gemacht, welche von denen mir bis jetzt bekannt gewordenen ein wenig abweichen. Da nun habe ich das Galvanometer immer als ein so brauchbares Werkzeug befunden, daß ich es mit einiger Zuversicht Allen empfehlen kann, die sich mit solchen Versuchen unterhalten.

Ich will das phil. Magazin nicht mit der umständlichen Auseinandersetzung der Resultate jener Versuche anfüllen, wo andere mir zuvorgekommen sind, sondern nur

so kurz als möglich werde ich einige Versuche, die Wirkung der galvanischen Säule auf verschiedene Gasarten betreffend, darstellen; sie geben einige neue Thatfachen über diesen interessanten Gegenstand an die Hand.

In diesen Versuchen wurde ein luftleerer Transporteur auf das obere Ende eines gläsernen graduirten Cylinders geschraubt, dieser war unten offen; nun füllte man ihn ganz mit Wasser, und brachte ihn so auf die Röhre des pnevmatischen Apparats, da liefs man bis zu einer bestimmten Abtheilung des Cylinders Gas hinein; so war die Quantität bekannt, welche man in den Transporteur wollte steigen lassen, welches dadurch geschah, dafs man den Hahn zwischen ihm und dem Cylinder öffnete; nun war folglich auch die Quantität Gas, welche während des Versuches absorbirt wurde, bekannt.

I. Die Säule wurde sammt einer kleinen Glasröhre, welche mit destillirtem Wasser gefüllt war, unter den luftleeren

Recipienten des Transporteurs gebracht. Säule und Glasröhre waren durch einen feinen Silberdrath, der aber im Wasser unterbrochen war, in Verbindung. Nun liefs man ein bestimmtes Mafs atmosphärischer Luft hinein. Als so das Ganze 36 Stunden gestanden, waren von 200 Kubikzoll 40 absorbirt. Durch die ganze Zeit der Absorbirung wurde in der kleinen Röhre Gas entwickelt, und ein flockenartiges Oxid niedergeschlagen.

- II. Brauchte man Sauerstoffgas, welches aus salzsaurem Kali (oximuriat of potash) entwickelt worden, so wurde die Kraft der Säule beträchtlich verstärkt; das eine Ende des Drathes gab das Gas viel schneller, und vielmehr flockenartigen Niederschlag bildete das andere Ende. Man liefs die Vorrichtung über Nacht stehen, und Früh fand man 200 Kubikzoll Sauerstoff absorbirt. Das Wasser war aus der pnevmatischen Röhre nicht blofs in die graduirte, sondern sogar in den Transporteur gestie-

gen, so dafs die Säule halb unter Wasser stand. Die Verdünnung war so grofs, dafs sie einer Wasserfäule von 16 Zoll Höhe glich.

III. Stickstoffgas entstanden durch die Zersetzung der atmosphärischen Luft mittelst Schwefelkali (sulphurat of potash) hemmte gänzlich die Wirkung der Säule; weder Gas noch Niederschlag erschienen in der kleinen Wasserröhre.

IV. Wasserstoffgas that das nähmliche. Nicht die geringste Wirkung der Säule konnte ich bemerken.

Hier finde ich für gut zu bemerken, dafs bey diesen Versuchen die Tuchscheiben zwischen jedem Paar Platten mit einer Auflösung von gemeinem Salz befeuchtet wurden. Gebraucht man Säuren, so sind die Resultate, wie ohnehin bekannt, ganz anders; die Säule ist dann im luftleeren Raume und in der atmosphärischen Luft gleich wirksam.

Ein Ungenannter hat in der letztern N. des phil. Mag. auch die durch Säuren verstärkte Wirkung der Säule bemerkt; weil er aber auch findet, daß Alkalien, reines Amoniak besonders, die Wirkung verstärken, so folgert er, daß das Fluidum, welches in der Säule rege wird, nicht von der Wirkung der Säuren oder einer Verbindung des Sauerstoffs mit den Metallen herrühre. Bevor er einen Schluss machte, hätte er die Säule in eine solche Lage bringen sollen, die die Möglichkeit beseitiget hätte, daß Oxigen zu ihr Zutritt habe. Die Säule würde im luftleeren Raume ihre Wirksamkeit sogleich verlohren haben, selbst wenn alkalische Auflösungen zwischen jedes Paar Platten gebracht worden wären. Auch den Zustand desjenigen Wassers, welches in den beyden durch einen Heber verbundenen Gläsern noch übrig war, hätte er untersuchen sollen, bevor er bloß deswegen zu dem Umsturze des Lavoisierschen Systems schritt, weil Sauerstoffgas in dem einem, in dem andern Glase aber Wasserstoffgas entwickelt wird.

Der letzte Paragraph seines Auffatzes schließt eben so wenig. Hier will er folgern, daß Elektricität und Wasser Wasserstoffgas geben, weil ein Elektrometer negative Elektricität angebe, wenn neben ihm auf ein roth glühendes Eisen ein Tropfen Wasser fällt. Damit aber das Elektrometer negative Elektricität angibt, ist Wasserstoff gar nicht nöthig; Wasser in Dünste verwandelt, ja so gar die Verdünnung einer jeden Flüssigkeit bewirkt diesen negativen Zustand.

Anmerkung.

Der Transporteur hat die Gestalt eines lateinischen ^aT^b, dessen 3 Arme hohl, und mit einander in Verbindung sind; da aber jeder Arm zugleich einen Hahn hat, so kann man auch die Verbindung untereinander aufheben. Jedes Ende kann auf den Teller der Luftpumpe geschraubt werden. Wollte man z. B. eine gewisse Luftart unter die Glocke bringen, so würde dieses auf folgende Art geschehen können: An C

schraubte man die Blase mit dem bestimmten Gas und sperrte zugleich diesen Theil durch den Hahn. *A* wird nun auf die Luftpumpe, und auf *B* ein Teller, worauf die Glocke ruht, geschraubt. Ist nun die Glocke luftleer, so sperrt man durch den Hahn bey *a*, und öffnet den bey *c*; nun treibt der Druck der atmosphärischen Luft das Gas aus der Blase unter die Glocke.



Neueste Abhandlung *Volta's* über den sogenannten Galvanismus, welche eine Theorie seiner Säule und eine Erklärung der vorzüglichsten von derselben abhängigen Erscheinung enthält.

In den vorhergehenden Auffätzen habe ich die Gründe angeführt, welche in Vereinigung mit den deutlichsten Kennzeichen (wozu in der Folge noch viele neue hinzugekommen sind) mich von Anfang an bewogen haben, zu glauben, daß das *galvanische Fluidum* oder *Agens* nichts anders sey , als das *wahre* und *ächte elektrische Fluidum*. Ich habe bemerklich gemacht, daß diese Gründe und Kennzeichen so augenscheinlich und so beweisend sind, daß es eine wahre Hartnäckigkeit ist, eine solche Identität noch ferner läugnen oder nur

daran zweifeln zu wollen, und daß die Ausdrücke *galvanische Elektrizität*, welcher von einigen eingeführt worden ist, so wie denjenigen von galvanischem Agens oder Fluidum beyzubehalten, schlechterdings verwerflich ist. Doch lassen wir die Namen bey Seite, wenn man nur in der Sache übereinkommt. Ich zweifle nicht, daß am Ende alle übereinkommen werden. Um indessen um so schneller zu einer solchen allgemeinen Uebereinstimmung zu gelangen, und jedem Streite ein Ende zu machen, so sehe ich es für nothwendig an, diejenigen Einwürfe und Schwierigkeiten vollends zu zerstreuen, welche kürzlich auf die Bahn gebracht worden sind, und auf welche ich in jenen Abhandlungen nicht Rücksicht genommen habe. Diefs will ich nun in dem gegenwärtigen Aufsatze thun, den man entweder als eine Fortsetzung, oder aber auch als etwas für sich Bestehendes ansehen kann.

§. I.

Jene Schwierigkeiten, welche noch viele zurückhalten, eine gänzliche und voll-

kommene Identität des elektrischen und galvanischen Fluidums anzuerkennen, und welche einigen die sonderbare Idee von einem eigenthümlichen Fluidum, welche sie noch nicht aufgeben wollen, eingeflößet haben, reduciren sich auf folgende:

- 1) Der vorgegebene Mangel von einigen der elektrischen Zeichen, und die Geringfügigkeit der andern in Vergleich mit den starken Erschütterungen, den schmerzhaften Empfindungen &c., welche die sogenannten galvanischen Apparate, selbst die einfachen schon längst bekannten, noch mehr aber die zusammengesetzten, welche ich kürzlich erfunden und in Gang gebracht, habe, verursachen.
- 2) Der Umstand, daß einige Körper sich, wie es den Anschein hat, als Nichtleiter des Fluidums zeigen, welches in jenen Versuchen wirksam ist, daß sie seine Action aufhalten oder unterbrechen, welche doch gute Leiter der Elektrizität sind, ja sogar für vortreffli-

liche Leiter gehalten werden, wie z. B. die sehr verdünnte Luft und insbesondere die Flamme.

- 3) Die so ausgezeichneten und wunderbaren chemischen Wirkungen, welche derselbe Apparat hervorbringt, nämlich die Zersetzung des Wassers und anderer Flüssigkeiten, die schnelle Oxidierung der Metalle u. s. w., Wirkungen, von welchen nicht abzusehen ist, wie man sie der so schwachen Elektrizität, wie sie sich in diesem Apparate offenbaret, zuschreiben kann; einer so schwachen Elektrizität, daß sie durch die empfindlichsten Elektrometers kaum merklich wird, da doch die bey weitem stärkere und wirksamere Elektrizität der Elektrifikationsmaschinen, welche auf viele Grade an den weniger empfindlichen Elektrometern steigt, da ein reichlicher elektrischer Strom, welcher durch diese Maschinen erregt, und welcher eben so lange oder noch längere Zeit unterhalten wird, dieselben nicht bewirkt.

Dies sind die Hauptschwierigkeiten, welche noch einige Zweifel in denjenigen zurücklassen können, welche in der Lehre von der Elektricität und insbesondere in demjenigen Theile, welcher die Elektrometrie betrifft, nicht genug bewandert sind; Zweifel und Schwierigkeiten, welche ich dadurch auflösen will, daß ich über diese Materie hier die gehörigen Aufklärungen mittheile.

§. II.

Diesen Zweck zu erreichen, wird es vor allem nöthig seyn, wenn auch nicht mit der äußersten Genauigkeit, doch mit einiger Präcision, den Grad von Stärke zu bestimmen, mit welchem das elektrische Fluidum von dem einen in den andern der beyden verschiedenartigen Leiter getrieben wird, welche in wechselseitige Berührung mit einander gebracht, keine bloßen Leiter der Elektricität, sondern zugleich auch *Erreger* oder *Beweger* dieses Fluidums sind, wie ich sie vom Anfange meiner ersten Entdeckungen im Galvanismus an ge-

nannt habe (man sehe hierüber alle meine Abhandlungen, welche ich über diesen Gegenstand von 1792 bis 1798 bekannt gemacht habe). Wir wollen zu diesem Behufe unter den Metallen, welche in Hinsicht auf diese bewegende Kraft die nicht metallischen Leiter oder diejenigen von der zweyten Klasse, welche nähmlich sämtliche feuchte Leiter sind, weit übertreffen, zwey von denen, welche an betrogensten oder respektive am wirksamsten mit einander sind, auswählen, als da sind: das Silber, entweder rein oder mit Kupfer in verschiedenem Verhältniß versetzt, wie man es in den Münzen findet, und den Zink, gleichfalls entweder rein oder mit mehr oder weniger Zinn, oder Zinn und Bley zugleich, versetzt; Versetzungen, von welchen ich gefunden habe, daß sie innerhalb gewisser Gränzen die Kraft, sowohl des Silbers als des Zinks, nicht nur nicht merklich vermindern, sondern in gewissen Proportionen sie sogar vermehren. Diese Metalle nun rein und wohl getrocknet, wenn sie sich in einem oder mehreren Punkten berühren, welches gleichgültig ist, indem

es nur darauf ankömmt, daß eine wirklich metallische Berührung zwischen ihnen statt finde, setzen die Elektricität außer Gleichgewicht (*sbilanciano*) und bringen sie in Bewegung, dergestalt, daß sie aus dem Silber in den Zink übergehet, indem sie in jenem abnimmt, (gleichsam verdünnt wird) in diesem sich verdichtet, und in diesem Zustande von Anhäufung oder Verdichtung in dem einen, und von Abnahme oder Verdünnung in dem andern, erhält sich die Elektricität, wenn diese Metalle keine andere Kommunikation haben, nämlich mit andern Leitern, von welchen das Silber das verlorne Fluidum wieder erhalten, und der Zink das in ihn übergegangene gleichsam übergießen kann, zu welchem beyde Metalle eine Tendenz haben, deren Stärke im Verhältniß mit der erfolgten Störung des Gleichgewichts ist.

Bis auf welchen Grad wird nun das elektrische Fluidum außer Gleichgewicht gesetzt, nämlich in dem Silber vermindert, und in dem Zinke angehäufet? Bis so weit, um in diesem eine Spannung von

überflüssiger oder von positiver Elektricität ($+ E$), in jenem eine von mangelhafter oder negativer Elektricität ($- E$) hervorzubringen, welche die eine sowohl als die andere $\frac{1}{80}$ eines Grades meines empfindlichsten Strohalm - Elektrometers beträgt *).

*) Dieses Elektrometer, welches ich vor mehreren Jahren in meinen an *Lichtenberg* gerichteten Briefen über die elektrische Meteorologie *), beschrieben habe, und welches mit dem *Cavallo*-schen sehr viele Aehnlichkeit hat, indem sowohl das eine als das andere die beweglichen Körperchen in einem Glasgehäuse &c. eingeschlossen hat, und sich von demselben nur dadurch unterscheidet, daß jene elektroskopische Körperchen, statt entblößte Metallfäden zu seyn, die sich in kleine Hollundermarkkugeln endigen, Metallfäden sind, die mit den feinsten Strohalmchen ohne die Kugeln am Ende bedeckt sind, hat den Vortheil, daß sein Gang viel gleichförmiger ist, und daß folglich seine Grade die ganze Scala hindurch mit ziemlicher Genauigkeit vergleichbar sind. Diese Grade sind durch das in die Höhe steigen oder das Divergiren dieser 3 Zoll langen Strohalmchen bezeichnet, und jede halbe Linie, welche die Spitzen sich von einander entfernen, beträgt einen Grad.

*) *Volta's meteorologische Briefe. B. 1. Leipzig 1793.*

Wir werden bald sehen, auf welche Data eine solche Bestimmung sich gründet.

§. III.

Jene angezeigte elektrische Spannung, welche kaum auf $\frac{1}{8}$ eines Grades steigt, ist allerdings zu schwach, um gerade zu sich offenbaren und merklich werden zu können, nicht blos nicht durch jenes Strohhalm-Elektrometer, sondern selbst nicht einmal durch das 4mal empfindlichere Benetische Goldblatt-Elektrometer, das empfindlichste, welches man bisher verfertigt hat. Aber allerdings kann ich eine so schwache Elektricität bemerklich machen und sie durch hinlänglich deutliche Zeichen darstellen, um sogar ihre Art zu erkennen, nämlich die positive und negative Elektricität zu unterscheiden, indem ich zum Condensator *), einem für diese so wie

*) Eine genauere Beschreibung und Erklärung dieses von mir erfundenen Instruments findet man in den Philosophikal Transactions, so wie auch im *Journal de Physique* par Rozier, und in den bereits citirten Briefen über die elektrische Meteorologie.

für andere Untersuchungen unschätzbaren Werkzeuge, meine Zuflucht nehme. Der Condensator muß indessen wohl gebauet und in guter Ordnung seyn.

§. IV.

Der beste, dessen ich mich gewöhnlich bediene, hat folgende Einrichtung, von welcher vorzüglich seine Vortrefflichkeit abhänget. Es bestehet aus zwey Platten oder Scheiben von Messing, von zwey bis drey Zollen in Durchmesser, die vollkommen eben und von gleichförmiger Oberfläche sind (am besten ist es, sie über einander abzuschleifen, so daß sie, in gehörige Berührung gebracht, an einander mit ziemlicher Stärke adhaeriren), und die auf diejenigen Flächen, mit welchen sie bey ihrer Anwendung zum Condensator an einander applicirt werden sollen, mit einer feinen Schichte von Siegellack, oder noch besser mit einem guten Firniß von Lack, von Copal, oder von Bernstein überzogen sind, dergestalt, daß wenn diese beyden Scheiben in wechselseitiger Berührung sich befinden,

eine äußerst feine isolirende Schichte sie von einander trenne, oder die metallische Berührung verhindere, die metallischen Flächen selbst aber so wenig als möglich von einander abstehen. Hierin bestehen die Bedingungen eines vorzüglichen Condensators, besonders wenn es darauf ankömmt, eine äußerst schwache Elektricität anzuheufen. Eine oder beyde metallische Scheiben sind noch mit einer mit Siegelack überzogenen gläsernen Handhabe versehen, um sie mit einem Zuge nöthigenfalls von einander abziehen, und den einen oder den andern vollkommen isolirt in die Höhe heben zu können.

Auch bediene ich mich anderer Scheiben oder Platten, von irgend einem Metalle oder von Holze (welche letztere sogar bequemer sind, indem ich sie größer machen kann, ohne daß sie zu schwer werden, und ein Ueberzug derselben mit Stanniol oder Silberpapier vollkommen hinreicht), welche ich an den Flächen, mit welchen ich sie berühren sollen, mit einem Ueberzuge von Seide oder Wachstuch, oder

gefirnsten Taffet bedecke, und zwar mit ziemlich gutem Erfolge, jedoch nicht ganz mit demselben Vortheile, indem sich die angehäuften Elektricität nicht so lange darin erhält, ausgenommen wenn diese Ueberzüge sehr trocken sind, indem die Elektricität, welche von diesen nicht vollkommen isolirenden Ueberzügen (und dieß gilt besonders vom Wachstuche) nicht gehörig zurückgehalten wird, von der einen Platte in die andere in wenigen Minuten und selbst Sekunden übergeht, während sie in jenen oben erwähnten, mit einem Firnisse überzogenen Platten, ganze Stunden zurückgehalten wird, wenn anders nicht die Platten feucht sind, oder das umgebende Medium sehr feucht ist.

§. V.

Wenn nun der Condensator gehörig zubereitet ist, so mache ich folgenden Fundamental-Versuch. Ich bringe ein Stück reines oder versetztes Silber mit einem Streifen oder Stücke Zink in Berührung, oder ich vereinige sie mit einander durch eine

Schraube, oder löthe sie zusammen, so daß der metallische Contact ein inniger sey; indem ich nun das Stück Zink *Z* zwischen die Finger fasse, bringe ich das Stück Silber *A* einige Augenblicke mit der obern Platte des Condensators, während die untere mit dem Erdboden in Berührung stehet, in Verbindung; hierauf ziehe ich das mit einander verbundene Paar von Metallen wieder zurück, und erhebe die obere Platte des Condensators, welche die Elektricität der Silberstreifens *A* sich mitgetheilet hat (und sich darin angesammelt und angehäufet hat, im Verhältniß der Capacität und sammelnden Kraft, welche jener Platte zukam, indem sie auf der untern Platte aufruhete, mit Hülfe der entgegengesetzten Elektricität, welche diese untere Scheibe, vermittelt ihrer Kommunikation mit dem Boden, zu leitete, der bekannten Theorie des Condensators gemäß). Als bald offenbaret diese Scheibe des Condensators eine negative Elektricität ($-E$) von 2—3 Graden, und bisweilen fogar von 4 Graden meines empfindlichen Strohalm-Elektrometers, wie jene Platte es zeigt,

wenn man sie dem besagten Elektrometer nähert und mit seinem Deckel in Berührung bringet *).

*) Wenn sich die Strohhälmchen meines Elektrometers nur um 2 Grade eröffnen, so daß also ihre Spitzen von einander nur eine Linie abstehen, so kann das Auge nicht bloß sehr deutlich eine solche Entfernung und elektrische Spannung erkennen, sondern auch durch die bekannten Kunstgriffe die Art der Elektrizität unterscheiden, ob sie nämlich positiv oder negativ sey, je nachdem nämlich ein anderer positiv elektrisirter Körper, wie eine geriebene Glasröhre, oder ein negativ elektrisirter Körper, wie eine geriebene Siegelack-Stange, diese Divergenz der Strohhalme vermehren oder vermindern. Auffallender sind nun noch diese Zeichen, da wo die Strohhalme 3—4 Grade, anzeigend $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien, von einander abstehen. Es ist folglich nicht nöthig, zur Erhaltung solcher Beweise zu einem empfindlicheren Elektrometer, wie das Goldblatt-Elektrometer ist (s. oben), seine Zuflucht zu nehmen. Bedient man sich eines solchen, so sind die Zeichen von Elektrizität noch bey weitem auffallender, indem die Goldblättchen sich so weit voneinander entfernen, daß ihre Enden 4, 6 bis 8 Linien von einander abstehen, und sogar an die Wände des Gehäuses anschlagen.

Nehme ich im Gegentheile das Stück *A*, nämlich den Streifen Silber, zwischen die Finger, und bringe den Streifen Zink mit der Collectorscheibe (so werde ich in Zukunft diejenige der beyden Scheiben des Condensators nennen, welcher man die Elektricität unmittelbar mittheilet, und welche nicht mit dem Erdboden communiciret, sondern auf die andere Scheibe, welche mit diesem in Verbindung stehet, gehörig aufgesetzt ist), in Verbindung, so wird jener Collector in die Höhe gehoben und mit dem Deckel des Elektrometers ebenfalls in Berührung gebracht, von neuem 2, 3 bis 4 Grade Elektricität, aber positive Elektricität (+ E) zeigen.

§. VII.

Es ist nothwendig, hier zu erinnern, daß in diesem zweyten Versuche der Streifen Zink nicht mehr unmittelbar die Collectorplatte berühren darf, wenn dieselbe von Kupfer ist, indem alsdann, weil dieses

Metall beynahe mit derselben Kraft, wie das Silber, das elektrische Fluidum in den Zink treibet, unser Streifen Zink sich solchergestalt zwischen dem Silber und dem Kupfer, folglich in der Mitte zwischen zweyen, sich beynahe gleichen Kräften, befände, die eine entgegengesetzte Richtung gegen einander haben, welche folglich einander dergestalt aufheben würden, daß wenig oder gleichsam nichts von dem elektrischen Fluidum in jenen Collector sich ergießen und sich darin anhäufen würde; weswegen derselbe aufgehoben kein, oder so viel als kein merkliches Zeichen von Elektricität geben würde. In dieser Hinsicht ist es nöthig, irgend einen andern nicht metallischen Leiter, irgend einen feuchten Körper dazwischen zu bringen, welche Leiter der zweyten Klasse, wie ich sie nenne, keine so starke wechselseitige Action mit den Metallen haben, oder in Rücksicht auf sie nur äußerst schwache Beweger (*motori*) der Elektricität sind. Ich pflege ein Stückchen naßgemachtes Papier auf die Collectorscheibe zu bringen, und dieses Papierchen mit dem Streifen Zink zu berühren;

auf diese Weise bewege sich das elektrische Fluidum, von dem Streifen Silber *A* ohne Unterlaß in jenen Streifen Zink *Z* getrieben, weiter fort, ohne Widerstand, in den feuchten Leiter, und von diesem nach und nach in den Collector, von welchem ich alsdann, nachdem ich ihn in die Höhe gehoben habe, 3 Grade positiver Elektrizität (+ E) erhalte, welche sich nicht einstellen, wenn ich mit demselben Streifen Zink jene Scheibe von Kupfer unmittelbar berühre, und zwar wegen des angezeigten Gegensatzes von Kräften.

§. VIII.

Was nun den ersten Versuch betrifft (§. V.), wo nämlich das Silber gegen jene Scheibe von Kupfer gerichtet ist, und dieselbe berührt, so ist die Zwischenkunft eines naßgemachten Papiers, oder irgend eines feuchten Leiters, durchaus nicht nöthig, und ist von wenig oder keinem Vortheile, wegen des angezeigten Grundes (§. VII.); indem nämlich wenig Unterschied zwischen dem Kupfer und Silber, in Rück-

sicht auf ihre Kraft, die Elektricität in Bewegung zu setzen, statt findet, oder indem sie wenig Wirkung auf einander in ihrer wechselseitigen Berührung äußern; kurz, indem das elektrische Fluidum nur mit sehr geringer Kraft von dem Silber in das Kupfer getrieben wird, und folglich beynahe unverändert und gleichsam unbeeinträchtigt die Action bleibt, welche bey der Berührung des Silbers mit dem Zinke sich äußert, da wo die beyden Streifen *A Z* mit einander vereinigt sind, jene Action, sage ich, welche mit überwiegender Kraft jenes elektrische Fluidum aus dem ersten in den zweyten jener Streifen treibet, worauf jener, seiner Elektricität beraubet, aus der Collectorscheibe empfängt, um seinen Mangel zu ersetzen, bis jene dahin gelanget, ohngefähr 3 Grade von negativer Elektricität zu offenbaren (§. V.).

§. IX.

Ich halte es daher für ausgemacht, daß in den angeführten und andern ähnlichen Versuchen die Action auf das elek-

trische Fluidum sich in der wechselseitigen Berührung der verschiedenen Metalle äußere, und nicht, wie andere geglaubt haben und noch glauben, in der Berührung dieses oder jenen Metalles mit diesem oder jenem feuchten Leiter. Die Vergleichung des ersten Versuches (§. V.) mit dem zweyten (§. VI.), nämlich die Beobachtung, daß die Elektricität gleichmäfsig in beyden durch Hülfe des Condensators ohngefähr auf 3 Grade steigt, es mag der feuchte Leiter dazwischen sich befinden oder nicht, zeigt dieses schon zur Genüge an. Indessen könnte man noch den Argwohn hegen, daß die elektrische Action an der Stelle der Berührung des Streifens *A* oder *Z* mit den Fingern, welche sie halten, oder mit irgend einem andern feuchten Leiter, welchen man in dergleichen Versuchen statt der Finger anwenden wollte, statt fände.

§. X.

Um nun einer solchen Einwendung zu begegnen, so ist es rathsam, die Versuche auf solche Weise zu wiederholen, daß

we-

weder die Hand noch irgend ein anderer feuchter Körper weder den einen noch den andern von den Streifen der heterogenen Metalle berühre, kurz, daß keine andere als metallische Berührungen statt finden, welche Versuche ich auf verschiedene Weise anstelle; und zwar erslich, indem ich mich ebenfalls der beyden mit einander verbundenen Streifen *AZ* wie oben bediene, erhalte ich denselben Effekt, wenn, während der eine die obere Platte des Condensators berührt, der andere isolirt gehalten wird, wobey es hinreichend ist, daß dieser groß genug sey oder auf irgend eine andere Weise eine große Capacität erhalten habe, wie z. B. durch die Kommunikation mit dem Hacken einer weder geladenen noch isolirten Leidner-Flasche, aus welcher derselbe eine hinlängliche Menge von elektrischem Fluidum erhalten kann; auf solche Weise wird der Condensator nicht verfehlen, wenn auch nicht die 3 Grade von positiver oder negativer Elektricität (je nachdem man den Streifen Zink oder Silber mit ihm in Verbindung setzt), doch 2 oder wenigstens 1 Grad, nach den mehr

G

oder weniger günstigen Umständen, anzunehmen.

§. XI.

Eine andere Manier ist diejenige, welche ich ausführlich in den Briefen an *Gren* im Jahre 1796. und noch mehr in denjenigen an *Aldini* im Jahre 1798 (welche in den *Annali di Chimica* von *Brugnatelli* abgedruckt sind), bekannt gemacht habe, welche darin besteht: Platten von verschiedenen Metallen, welche jedes an einer isolirenden Handhabe gehalten werden, in wechselseitige Berührung zu bringen, und nach ihrer Entfernung von einander, sie an den Deckel des Elektrometers zu bringen; in welchen Versuchen ich ebenfalls, da die beyden Metallplatten die eine von Silber die andere von Zink waren, und sie sich beyde mit ihren ebenen Flächen wohl berührten, (wodurch sie, ausserdem daß sie sich als *elektrische Beweger* verhielten, noch überdiß den Dienst eines Condensators verrichteten, wie ich daselbst weitläufiger aus einander gesetzt habe), 3 Grade

ohngefähr von positiver Elektricität vom Zinke, und eben so viele von negativer Elektricität vom Silber erhielt, &c.

Alle diese Versuche nun, in welchen kein feuchter Körper in's Spiel kömmt, und die Berührung blos zwischen Metall und Metall statt findet, zeigen auf das augenscheinlichste, daß die Bewegung oder Impulsion dem elektrischen Fluidum durch diese wechselseitige Berührung der verschiedenartigen Metalle und durch nichts anderes ertheilet wird.

§. XII.

Wird aber, wenn dieses oder jenes Metall einen feuchten Leiter berührt und umfasset, nicht auch durch diese Berührung dem elektrischen Fluidum einige Impulsion ertheilet? Allerdings, wie ich ebenfalls durch viele andere Versuche entdeckt und bewiesen habe; Versuche, welche in jenen Briefen und in vorhergegangenen Abhandlungen beschrieben sind, aber so wenig, wenn vom Wasser, es sey nun einfach

oder mit verschiedenen Salzen geschwängert, oder von Körpern, welche von verschiedenen Feuchtigkeiten durchdrungen sind, die Rede ist, daß im Allgemeinen diese Action auf keine Weise mit derjenigen zu vergleichen ist, welche zwischen zweyen sehr verschiedenartigen Metallen, wie Zink und Silber oder Kupfer, zwischen einigen starken Säuren, alkalischen Flüssigkeiten und alkalischen Schwefellebern, welche in Berührung mit einigen Metallen die elektrische Flüssigkeit sehr merklich bewegen, statt findet.

§. XIII.

Dies ist so sehr der Fall, daß, es mag in dem ersten Versuche (§. V.) der Streifen Silber *A* den Collectordeckel von Kupfer entweder unmittelbar berühren, oder mit demselben durch das Zwischenmittel eines befeuchteten Papiers oder einer andern feuchten Substanz kommunizieren, dieselbe Elektricität und nahe zu von derselben Stärke erregt wird (§. VIII.), nämlich drey Grade ohngefähr von negativer Elektrici-

tät, so wie ebenfalls ohngefähr 3 Grade von positiver Elektricität in dem zweyten Versuche durch die Zwischenkunft eines nassgemachten Körpers, welche in diesem Falle aus dem oben angegebenen Grunde nothwendig ist, hervorgebracht wird (§. VII.).

§. XIV.

Dies sind nun die Zeichen, welche ich, so oft sich irgend ein Stück Silber und irgend ein Stück Zink (indem die oben angegebene Form von Streifen blos als Beyspiel gewählt ist, und übrigens Gestalt sowohl als Grösse von jedem der Metalle, so wie Art und Ausdehnung der Berührung abgeändert werden können) vereinigen finden, oder auf irgend eine Art in wechselseitige Berührung mit einander gesetzt werden, erhalte, wobey ich mich zur Untersuchung des elektrischen Zustandes, in welchen durch diese wechselseitige Berührung das eine sowohl als das andere Metall versetzt wird, eines guten Condensators bediene. Da ich nun vorläufig durch andere Versuche, deren Beschreibung mich hier zu

weit führen würde, bestimmt habe, wie groß die anhäufende oder condensirende Kraft des Condensators ist, welchen ich den Versuchen, von denen hier die Rede ist, anwende, oder eine um wie viel größere Quantität von Elektricität die Platte, welche ich den Collector (Sammeler) nenne, so lange sie auf die gehörige Weise auf der untern mit dem Boden in Verbindung stehenden Platte aufruhet, bedarf, um zu einem gegebenen Grade von elektrischer Spannung zu gelangen, und folglich um wie viel höher die elektrische Spannung in derselben steige, in dem Augenblicke, wenn sie, nachdem sie aus irgend einer ununterbrochenen Quelle die Elektricität in jener günstigen Stellung, welche ihr eine um so viel größere Capacität verschaffe, empfangen, von der untern Platte abgezogen und entfernt wird, und folglich nunmehr die eben erwähnte außerordentliche Capacität verlieret; kurz, um wie vielmal der Condensator, den ich anwende, die Elektricität in der That condensire, nachdem ich dieses mit einiger Genauigkeit bestimmt

habe *), so ist es mir leicht zu erkennen, wie groß die elektrische Kraft, Intensität

*) Um hier eine von den Arten anzuzeigen, auf welche ich diese Condensation bestimme, so will ich hier nur kurz anführen, dass ich die Probe so mache, dass ich der Collectorplatte, die auf die gehörige Art auf der untern mit dem Erdboden in Verbindung stehenden Platte aufruhet, eine höchstens 1, 2 oder 3 Grade meines empfindlichsten Strohalm-Elektrometers starke Elektricität mittheile; eine Elektricität, die indessen aus einer ungemein reichen Quelle herrühret, z. B. aus einer großen, genau auf 1, 2 oder 3 Grade geladenen Leidner-Flasche, und dass ich dann beobachte, wie viel Grade ich dann durch die gewöhnliche Manipulation erhalte, indem ich nämlich jene Collectorplatte mit ihrer isolirenden Handhabe in die Höhe hebe, und sie schnell in Berührung mit eben demselben Elektrometer bringe; wenn ich auf diese Art eine 100, 150 und mehreremahl starke Elektricität, als jene 1, 2 oder 3 Grade erhalte, so sehe ich alsbald um wie viel jene Elektricität angehäufet oder condensirt worden ist, nämlich 100, 150 - &c. mal, welche Grade alsdann, da sie mit dem zu eingeschränkten Strohalm-Elektrometer nicht mehr gemessen werden können, durch den Quadranten-Elektrometer bestimmt werden müsse, von dessen Graden man das Verhältniss gegen die Grade von jenem Elektrometer kennen muss.

oder Spannung wie ich sie nenne, in jedem der beyden Stücke oder Streifen Zink und Silber, welche in Berührung mit einander stehen, sey, wie groß und von welcher Art jene Spannung sey, welche in dem einen Metalle sowohl als in dem andern respective einfindet, sich in denselben constant erhält, oder nach ihrer Aufhebung sich wieder erneuert, Kraft der Unterhaltung oder Wiedernerneuerung einer solchen wechselseitigen Berührung. Wenn demnach der Condensator, den ich anwende, 120mal condensirt, und ich durch denselben, wenn ich nämlich einen Augenblick hindurch diesen oder jenen von den beyden mit einander verbundenen Metallstreifen mit der Collectorplatte in Verbindung bringe, und diese dann nach ihrer Aufhebung von der untern Platte an das Elektrometer bringe, 2 Grade erhalte, so mache ich daraus den Schluss, daß die elektrische Tension jener Collectorplatte 120mal geringer, das heist $\frac{1}{60}$ Grad gewesen sey, als da sie und so lange sie auf der untern Platte sich befand, und daß die elektrische Spannung jenes Metallstreifens ebenfalls gleich $\frac{1}{60}$ Grad oder

zuverlässig nicht geringer gewesen seyn mußte, da sie eine so große Spannung jenem Condensator mittheilen konnte, und es von neuem und allezeit einem jeden andern, entweder bloß einfachen Leiter, oder Condensator, oder einer Leidner-Flasche, von welcher Capacität sie immer auch sey, mittheilen kann, wie wir in der Folge noch sehen werden. Dasselbe schliesse ich, wenn, indem ich die Condensation auf 180, 240, 300mal treibe, (wohin ein vortrefflicher Condensator allerdings gelangen kann, dessen metallische, vollkommen ebene Scheiben mit einer feinen Schichte eines guten Firnisses überzogen sind), die Grade, welche mir das Elektrometer anzeigt, in ähnlichem Verhältnisse damit stehen, nämlich nunmehr 3, 4, 5 sind, auch in diesem Falle schliesse ich nämlich, daß die elektrische Spannung jenes Streifens, der mit jenem Condensator kommuniziret hat, $\frac{1}{20}$ eines Grades ist.

§. XV.

Dies sind nun ohngefähr die Resultate, welche ich erhalten habe, da ich die

Versuche auf mancherley Weise abänderte
 und zu verschiedenen Zeiten wiederholte
 (welche ich auch mehreren einsichtsvollen
 Personen zeigte); alle stimmen nämlich
 darin überein, daß ohngefähr $\frac{1}{80}$ Grad mei-
 nes empfindlichen Strohhalm-Elektrome-
 ters die durch die wechselseitige Berührung
 des Zinks und Silbers mit einander her-
 vorgebrachte elektrische Spannung ist, im
 Ueberflusse oder positiv in jenem, im Man-
 gel oder negativ in diesem, wie ich oben
 behauptet habe. Mit andern weniger von
 einander in der Ordnung jener Bewegungs-
 kraft des elektrischen Fluidums verschie-
 denartigen Metallen ist die Spannung, wel-
 che entstehet, geringer und um so geringer,
 je weniger sie von einander verschieden
 sind, oder je weniger sie von einander in
 der hier angezeigten Reihe oder Scala von
 einander abstehen, in welcher die ersten
 das elektrische Fluidum in die nachfolgen-
 den treiben, nämlich Silber, Kupfer, Ei-
 sen, Zinn, Bley, Zink *). Es giebt aber

*) In meinen vorhergegangenen Abhandlungen findet
 sich diese Scala viel ausgedehnter, indem sie an-

auch Substanzen, welche noch mehr als das Silber und Gold das elektrische Fluidum in die andern Metalle forttreiben, und zwar hauptsächlich in den Zink; diese Substanzen sind das Reisbley, einige Kohlenarten, und mehr als alle das schwarze krystallisirte Braunstein-Erz, dessen Berührung mit dem Zinke eine respective, beynahe doppelte Spannung als diejenige, welche das Silber mit demselben Zinke, nämlich zwischen $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$ Grad, hervorbringet.

§. XVI.

Damit jener Streifen Zink der Collectorplatte des Condensators die gehörige Menge von Elektricität mittheilen könne, so ist es unumgänglich nöthig, das das Silber, welches dem Zink und sofort dem Condensator seine Elektricität mittheilet, gute leitende Kommunikationen habe, um daraus das elektrische Fluidum zu ziehen, und sich in dem Maasse wieder Ersatz zu

dere Metalle und Halbmetalle, Kiese und Erze, so wie die Kohlen unter sich begreift.

verschaffen, in welchem es dem Zinke mittheilet, und dieser es wieder an den Condensator absetzt. Eben so wenn man den Versuch umkehret, und den Streifen Silber mit dem Condensator in Berührung bringt, und man den Streifen Zink nach seiner Berührung mit dem Silber isolirt erhielt, so würde das Silber, nachdem es die wenige Elektricität dem Zinke mitgetheilet, welche erforderlich ist, um die positive Elektricität in demselben auf eine Spannung von $\frac{1}{80}$ zu bringen, worin alles besteht, was der Zink, Kraft der Berührung mit dem Silber, gleichsam vertragen kann, dem Zinke nichts weiter mehr abgeben können, so lange ich demselben, wie ferne er keine andere Kommunikation hat, jene Spannung sich erhielt, und da ihm das Silber nichts weiteres mittheilen würde, so würde dieses auch aus dem Condensator nichts weiters an sich ziehen, als jene äußerst geringfügige Gabe, welche dem von ihm erlittenen Verluste entspricht.

§. XVII.

Man siehet inzwischen, daß selbst nicht einmal mit Hülfe des Condensators, er sey auch noch so vortrefflich, fürs Elektrometer merkliche Zeichen von Elektricität durch die Berührung zweyer noch so heterogener Metalle erhalten werden können, wenn eines derselben nicht mit guten und weit ausgebreiteten Conductoren oder Recipienten von hinlänglicher Capacität kommuniziret, während das andere die Elektricität, welche es allmählig an sich ziehet, in den Condensator übergehen läßt, und folchergestalt darin anhäufet. Ich war aber schon seit 1796 dahin gelanget, merkliche Zeichen von Elektricität ohne Hülfe des Condensators durch bloße Berührung zweyer heterogener Metalle zu erhalten, indem nämlich diese Metalle, indem sie sich mit breiten und ebenen Flächen berührten, den Dienst zugleich von *Bewegern* und von *Condensatoren* verrichteten, wie ich in einer im Jahre 1797 bekannt gemachten Abhandlung erkläret habe.

Diese schon alten Versuche, durch welche ich gleichfalls 2, 3 bis 4 Grade positiver Elektricität in eine Platte von Zink, und eben so viel von negativer Elektricität in einer von Silber erhielt, indem ich sie in wechselseitige Berührung mit einander mit ihren gehörig ebenen Flächen brachte und von einander trennte, erklärte ich schon damahls und erkläre ich noch heut zu Tag durch dieselben oben aus einander gesetzten Principien, nämlich durch das Fortstossen und Ergiessen der Elektricität durch und aus dem Silber in den Zink, bis auf den Grad, um in dem erstern eine negative, in dem letztern eine positive Spannung, beyde ohngefähr $\frac{1}{80}$ Grade gleich, hervorzubringen *); zu welcher Spannung zu gelangen eine um so grössere Dosis von

*) In einigen jener Versuche hatte es mir geschienen, daß diese Spannung viel geringer sey, und ich hatte sie nur auf $\frac{1}{200}$ Grad geschätzt; aber bald nachher fand ich, daß sie beträchtlich grösser sey, und zwar ziemlich genau die angezeigte.

elektrischem Fluidum von der einen Platte der andern mitgetheilet werden mußte, je besser sie gehörig an einander appliciret und ihre respective Elektricitäten auf das vollkommenste im Gleichgewichte gegen einander erhaltend den Dienst eines Condensators verrichteten. Diese *ohngefähr* $\frac{1}{80}$ Grad (ich sage *ohngefähr*, weil in so feinen Versuchen eine große Genauigkeit nicht erwartet werden kann) betragende elektrische Spannung erhält sich, so lange der wechselseitige Contact beyder Metalle dauert, und dieselbe keine Kommunikation mit andern Conductoren haben, in welche das elektrische Fluidum durch eine solche Spannung gleichsam getrieben und sollicitiret sich ergießen kann.

§. XIX.

Eine schöne und lichtvolle Bestätigung hiervon, einen äußerst befriedigenden Beweis, daß von solcher Art und Stärke die durch die wechselseitige Berührung von solchen Metallen hervorgebrachte elektrische Spannung sey, haben wir jene neuern,

lehrreichern und viel schönern Versuche mit 2, 3, 4 und mehreren Platten-Paaren verschaffet, indem ich genau das doppelte, dreyfache, vierfache von elektrischer Spannung erhalten habe, nämlich statt $\frac{1}{8}$ Grad $\frac{2}{8}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{4}{8}$ u. s. w., wie ich durch den gewöhnlichen Kunstgriff des Condensators mich überzeugte, welcher in dem Falle, daß er 120mal condensirte, von einem einzigen Platten-Paare auf 2 Grade des besagten Elektrometers gebracht worden war, nunmehr von 2, 3, 4, 5 Platten-Paare auf 4, 6, 8, 10 Grade getrieben wurde.

Dieß ist der grofse Schritt, den ich am Ende des Jahres 1799 machte, ein Schritt, welcher mich sehr bald auf die Erbauung des neuen erschütternden Apparats brachte, der so grofses Erstaunen bey allen Physikern erregte, bey mir grofse Satisfaction, aber kein grofses Erstaunen, nach der oben angeführten Entdeckung, welche mir einen solchen Erfolg vollkommen versprach.

§. XX.

Eine der schönsten Arten, diese neuen Versuche mit vielen Platten - Paaren zu machen, bestehet darin: auf eine Münze oder andere ähnliche Platte von Silber eine gleiche Platte von Zink, und auf diese eine Scheibe Pappe, Tuch, Fell oder von irgend einem andern schwammigten Körper, der mit Wasser befeuchtet ist, zu legen, hierauf wieder Silber, Zink, feuchte Pappe und so fort, andere ähnliche Metallplatten in derselben Ordnung, mit der Interposition einer Scheibe oder irgend eines naßgemachten Leiters, zwischen je einem Platten - Paare. Sind die Sachen folchergeſtalt veranſtaltet, ſo hat man weiter nichts zu thun, als die Extremität jener kleinen Säule oder die letzte Platte mit dem Condensator zu berühren, während der Fuß oder die erste Platte mit der Hand gehalten wird, oder auf irgend einem nicht isolirenden Fuße ſtehet, kurz, vermittelst guter oder wenigstens erträglicher Conductoren mit dem Boden kommuniziret, welche Kommunikation aus den oben angegebenen

Gründen (§. XVI.) hier ebenfalls nöthig ist. — Auf diese Art erhält jener Condensator, nämlich seine Collectorscheibe, eine so starke Elektricität, als nöthig ist, um ihn auf eine Spannung von $\frac{2}{80}$ Graden zu bringen, wenn der Platten - Paare 2 sind, von $\frac{3}{80}$, wenn es 3 sind, von $\frac{4}{80}$, wenn es 4 und so von $\frac{1}{80}$, $\frac{2}{80}$ wenn es 10, 20 sind, worauf er in die Höhe gehoben 4, 6, 8 — 10, 20 Grade anzeigt, vorausgesetzt, daß er 120mal condensire.

§. XXI.

Man begreift leicht, nachdem was weiter oben bemerklich gemacht worden ist (§. V.), aus welchem Grunde es nothwendig sey, zwischen die metallischen Platten - Paare feuchte Schichten zu bringen. Ohne dieselben, in welchem Falle nämlich die angezeigten Metalle in abwechselnder Ordnung wie in den hier angehängten Beyspielen oder Typis (Fig. 2. und 3.) auf einander folgen würden, siehet man deutlich, daß, da jede Platte Zink sich oben und unten in Berührung mit Silber a , a fin-

det, und folglich die Kräfte, welche das elektrische Fluidum von dem einen Metalle in das andere treiben, im Gegensatze gegen einander wirken, sie sich wechselseitig einander aufheben würden, dergestalt, daß aus diesem Conflict nichts anders hervorgehen würde, als jene geringe Kraft, welche der Action eines einzigen Plattenpaares entspricht, in dem Falle, daß die Reihe mit dem einen Metalle anfieng und mit dem andern endigte, wie in Fig. 2.; und durchaus keine Kraft, in dem Falle, daß die erste und letzte Platte von demselben Metalle wären, wie in der Fig. 3.

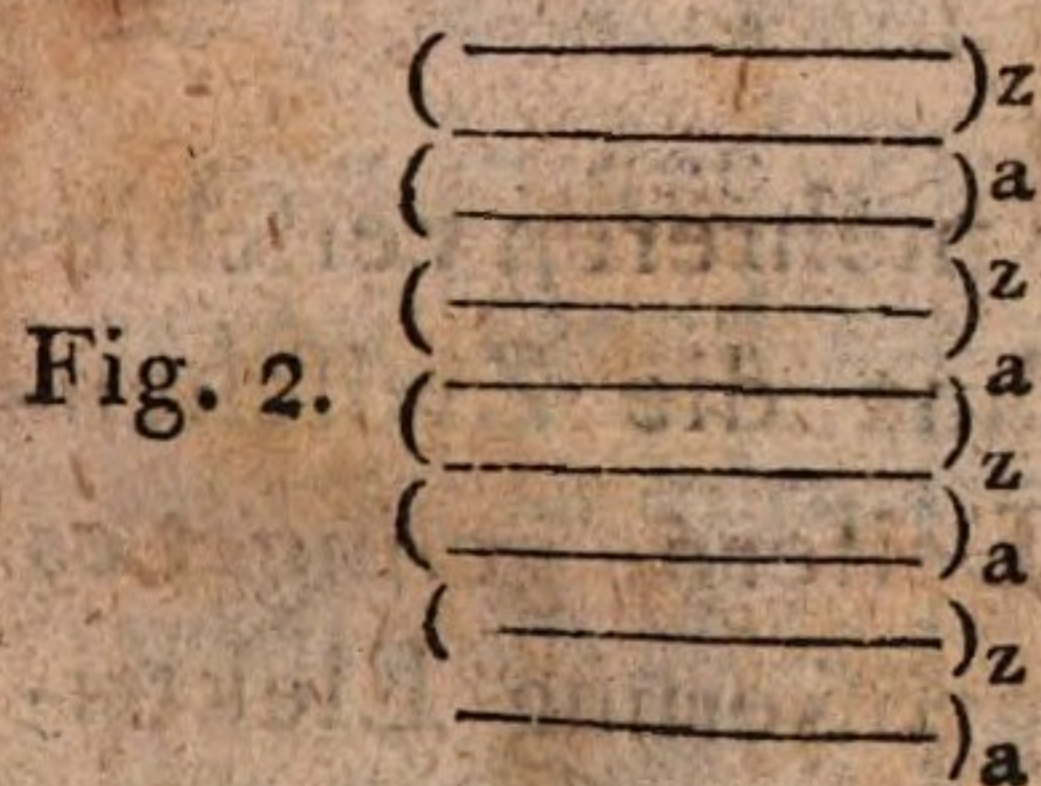


Fig. 3.

Solchergestalt ist es also unmöglich, eine Vergrößerung von Electricität zu erhalten, d. h. eine Spannung, die größer ist als $\frac{1}{8}$ Grad, mit bloßen Stücken von Silber und Zink, die aneinander gereihet

sind, wie sehr man auch ihre Anzahl vermehre; und um dieß zu erreichen, um eine stärkere elektrische Kraft zu erhalten, welche vollkommen der Zahl der metallischen wohl geordneten Platten entspreche, ist es unumgänglich nothwendig, daß das eine Platten - Paar mit dem andern nicht unmittelbar, sondern durch Hülfe eines dritten Leiters, der gar nicht oder nur wenig wirksam in Vergleich mit den Metallen ist, communicire, wie z. B. ein Conductor der zweyten Klasse, d. h. ein feuchter Körper (§. VII.).

§. XXII.

Auch mit drey oder mehreren verschiedenen Metallstücken ohne die Zwischenbringung von feuchten Leitern, gellinget es nicht, eine solche Vergrößerung Elektricität zu erhalten, und zwar wegen des Verhältnisses, welches zwischen allen Metallen oder Leitern der ersten Klasse statt findet, in Rücksicht auf die Ordnung der Kraft, mit welcher dieses oder jenes das elektrische Fluidum in dieses oder jenes treibet.

Unter diesem Verhältnisse (*rapporto*) verstehe ich, daß angenommen, daß das Silber zum Beyspiele jenes Fluidum in das Kupfer mit der Kraft $= 1$ treibe, das Kupfer in das Eisen mit der Kraft $= 2$, das Eisen mit der Kraft $= 3$ in das Zinn, dieses in das Bley mit der Kraft $= 1$, und das Bley endlich mit der Kraft $= 5$ in den Zink, so wird das Silber dasselbe in den Zink, an welchen es unmittelbar angebracht wird, mit der Kraft $= 12$ treiben. Solchergestalt wird durch Vereinigung des Kupfers mit dem Zinne die Kraft, welche das elektrische Fluidum von jenem in dieses treibet, $= 5$ seyn, vom Eisen ins Bley $= 4$, vom Eisen in den Zink $= 9$, und überhaupt, wenn irgend ein Metall mit irgend einem andern in unmittelbare Berührung gebracht wird, so gleichet die Kraft, mit welcher das elektrische Fluidum fortgetrieben wird, genau der Summe der Kräfte der sich dazwischen befindlichen in der angezeigten Reihe oder graduirten Scala zwischen diesem und jenem begriffenen Metalle, solchergestalt, daß, es mögen solche Metalle in dem von mir zusammengesetzten Appa-

rate sich dazwischen befinden oder nicht, es mögen alle zwischen die beyden, welche die Extreme davon ausmachen, oder nur eines gebracht werden, und in welcher Ordnung und Reihe man auch immer will, es eben so viel ist, als wenn man keines dazwischen gebracht hatte, und die elektrische Kraft, welche daraus resultiret, immer dieselbe ist, nämlich weder geringer noch grösser als diejenige, welche sich entwickelt, in dem Falle, daß das erste und letzte in unmittelbare Berührung mit einander kommen.

§. XXIII.

Dieses genaue Verhältniß, dieser richtige Gang (Haltung *tenore*) und regelmäßige Abfluffung (*degradazione*) in den elektrischen Kräften der Metalle, oder der Leiter der ersten Klasse (unter welcher auch noch die Kiese, einige Erze und die Kohlen begriffen sind), ist in der That bewunderungswürdig; auf der andern Seite benimmt sie uns aber die Möglichkeit, einen sehr wirksamen Apparat, welcher Erschüt-

terungen und Funken hervorbringen könnte, mit bloßen Metallen oder Körpern jener ersten Klasse aufzubauen, welches ebenfalls sehr wünschenswert wäre: wie schön und bequem würde ein solcher Apparat ganz von Metallen ausfallen, die genau mit einander in Gestalt z. B. einer Stange, einer Kette &c. verbunden wären. Wer weiß, ob man nicht einst dahin gelangen könnte, einen solchen ganz soliden, die Elektricität in Bewegung setzenden Apparat zu erbauen? Es würde dazu weiter nichts erfordert, als irgend einen festen hinlänglich guten Leiter zu finden, der übrigens bloßer Leiter und nicht Beweger wäre, oder auch wohl Beweger, aber in einem andern Verhältnisse als in jenem regelmäßig abgestuften, welches an den Metallen bemerkt wird, und denselben nun statt der feuchten Leiter zwischen die gewöhnlichen Paare von heterogenen Metallen zu bringen. Die Sache scheint mir sehr schwierig, jedoch nicht unmöglich.

Im übrigen, wenn daselbe Verhältniß sich von den Metallen oder Leitern der ersten Klasse auf jene der zweyten Klasse oder die feuchten Leiter ausdehnte, so könnte man selbst nicht einmal durch die Dazwischenbringung von diesen zwischen jene etwas erhalten, aber glücklicherweise findet daselbe nicht statt, und man beobachtet nicht jenes Gesetz (wie ich in einer meiner vorhergehenden Abhandlungen bereits bewiesen habe) bey dem Uebergange von den besagten Conductoren oder Bewegern der ersten Klasse zu jenen der zweyten. Es äußert sich allerdings bey der Berührung mit diesem oder jenem Metalle, mit diesem oder jenem feuchten Leiter einige, das elektrische Fluidum erregende und in Bewegung setzende Kraft, aber sie ist äußerst geringfügig in Vergleich mit jener welche sich bey der wechselseitigen Berührung zweyer hinlänglich verschiedener Metalle äußert, wie ich bereits bemerkt gemacht habe (§. XII.), und überdies ist sie nicht im Verhältnisse mit der Action, wel-

che jene, das eine auf das andere, aufeinander ausüben. Solchergestalt, um ein Beyspiel zu geben, sollte, da das Silber mit einer Kraft $= 12$ das elektrische Fluidum in den Zink, und der Zink durch seine eigene Wirksamkeit mit einer Kraft $= 1$ in das Wasser treibet, wenn das angezeigte Verhältniß, wie unter den Metallen, mit einander statt fände (§. XXII.), das Silber das elektrische Fluidum mit einer Kraft $= 13$ in das Wasser treiben, und demohngeachtet treibet auch dieses es nur mit einer Kraft $= 1$ etwas mehr oder weniger in das Wasser. Es findet also zwischen den Leitern der ersten und zweyten Klasse nicht mehr jenes Verhältniß statt, oder es correspondiren sich ihre respectiven Kräfte nicht in der regelmässigen Ordnung und Norm, als man zwischen jenen der ersten Klasse unter einander bemerket. Es ist demnach nur Kraft jener Veränderung des Ganges und der Gradation bey dem Uebergange von der ersten zur zweyten Klasse, daß man durch Interposition von diesen die elektrische Kraft auf eine so auffallende Art verstärken kann.

§. XXV.

Man kann hier fragen (und die Frage ist von Wichtigkeit), ob jenes Verhältniß oder jene regelmässige ordentliche Gradation, welche man zwischen den Leitern der ersten Klasse in Beziehung auf ihre respectiven Kräfte als Beweger des elektrischen Fluidums betrachtet (§. XXIII.), bemerkt, und welche nachher beym Uebergange von dieser ersten Klasse in jene zweyte Klasse fehlet (§. XXV.), von neuem unter den Körpern dieser zweyten Klasse, folglich innerhalb derselben statt habe. Angenommen, es habe statt, so würde es unmöglich werden, einen Apparat mit diesen allein zu erbauen, welcher eine elektrische Kraft von einiger Stärke äufserte, und im Stande wäre, die Arme zu erschüttern, wie wir die Unmöglichkeit der Errichtung eines solchen Apparats mit bloßen Leitern der ersten Klasse gezeigt haben.

§. XXVI.

Inzwischen wenn auch nicht die Kunst, so hat doch die Natur ein Mittel gefunden,

dieß in den elektrischen Organen des Zitter-Rochens, Zitter-Aales &c. zu Stande zu bringen, die aus bloßen Leitern jener zweyten Klasse, oder aus feuchten Körpern ohne irgend einen der ersten Klasse erbauet sind, und vielleicht sind wir nicht weit davon entfernt, daß auch die Kunst dahin gelangen könne. Wir dürfen demnach behaupten, daß das angezeigte Verhältniß eine jene regelmässige Gradation, in Beziehung auf die Elektricität erregenden Kräfte, ebenfalls nicht in der Klasse der feuchten Leiter unter einander beobachtet werde, oder wenigstens nicht für alle statt habe, sondern auch unter ihnen, wenigstens in Beziehung auf einige, findet ein anderer Gang und nach andern Gesetzen statt, oder findet in der zweyten Klasse eine neue Abtheilung statt, und man muß eine dritte Klasse anerkennen, in welcher zwar die Leiter allerdings in ihrer Eigenschaft als Beweger in einem regelmässigen Verhältnisse mit einander stehen, wie das zwischen den Leitern der beyden ersten Klassen der Fall ist, aber nicht mit den Conductoren der zweyten Klasse.

Vielleicht könnte diese dritte Klasse von Leitern und zugleich Bewegern aus Körpern zusammengesetzt seyn, welche zwar wohl einige Feuchtigkeit enthalten, aber entweder geronnen oder solchergestalt einverleibet und fixiret, daß sie nicht leicht ausgedrückt werden kann, weswegen diese Körper eigentlich auch nicht benetzt oder befeuchtet genannt werden können, wie dieß der Fall mit vielen animalischen Substanzen ist, nämlich mit der Muscular-tendinösen, membranösen, Nerven-Substanz u. s. w.; welche frisch sich als bessere Leiter wie das Wasser selbst und andere Feuchtigkeiten zeigen, und es könnten solchergestalt in den elektrischen Organen des Zitter-Rochens jene über einander gelegten Plättchen oder Häutchen in so großer Anzahl innerhalb jeder der Säulen, welche die Organe ausmachen, zur Hälfte aus der einen, zu Hälfte aus einer andern jener leitenden und bewegenden Substanzen der angezeigten Klasse bestehen, abwechselungsweise disponiret, so, daß zwischen jedem Paa-

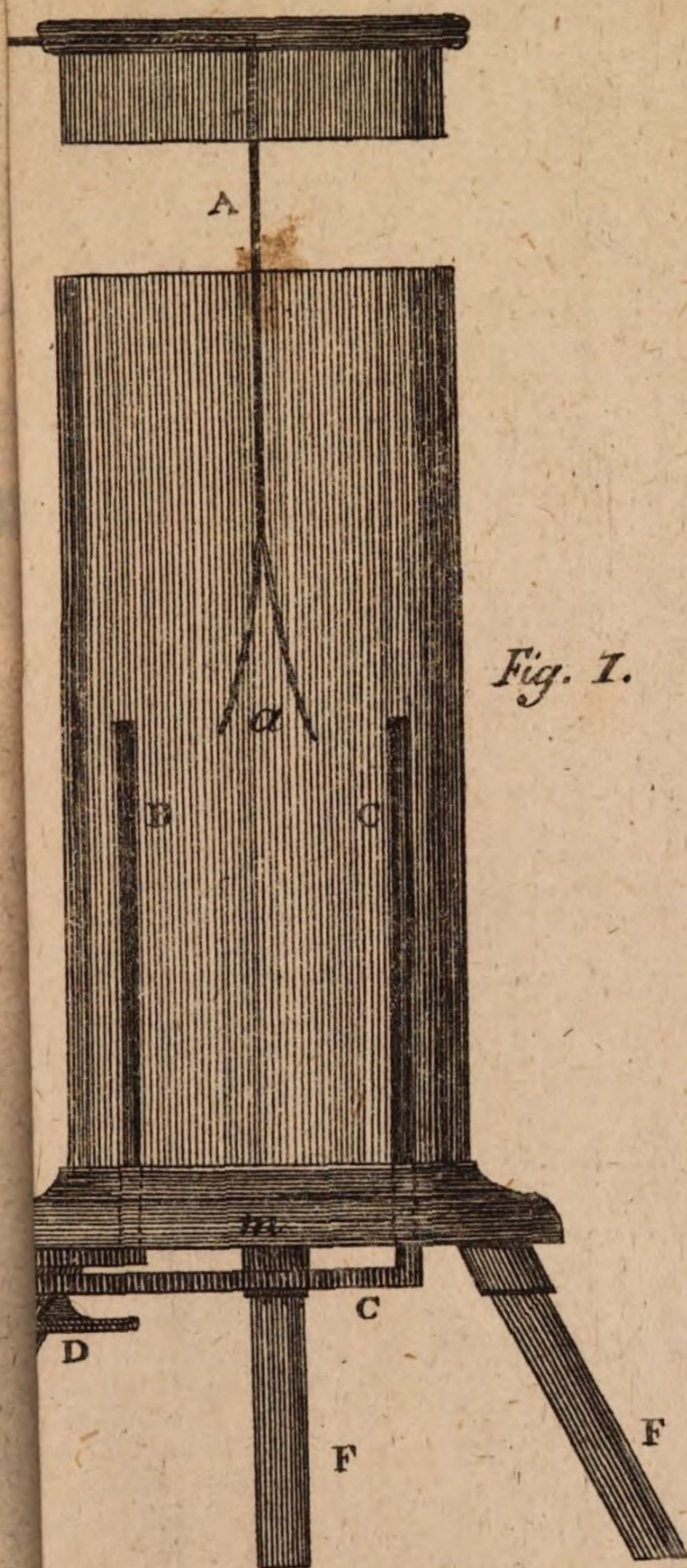


Fig. 1.

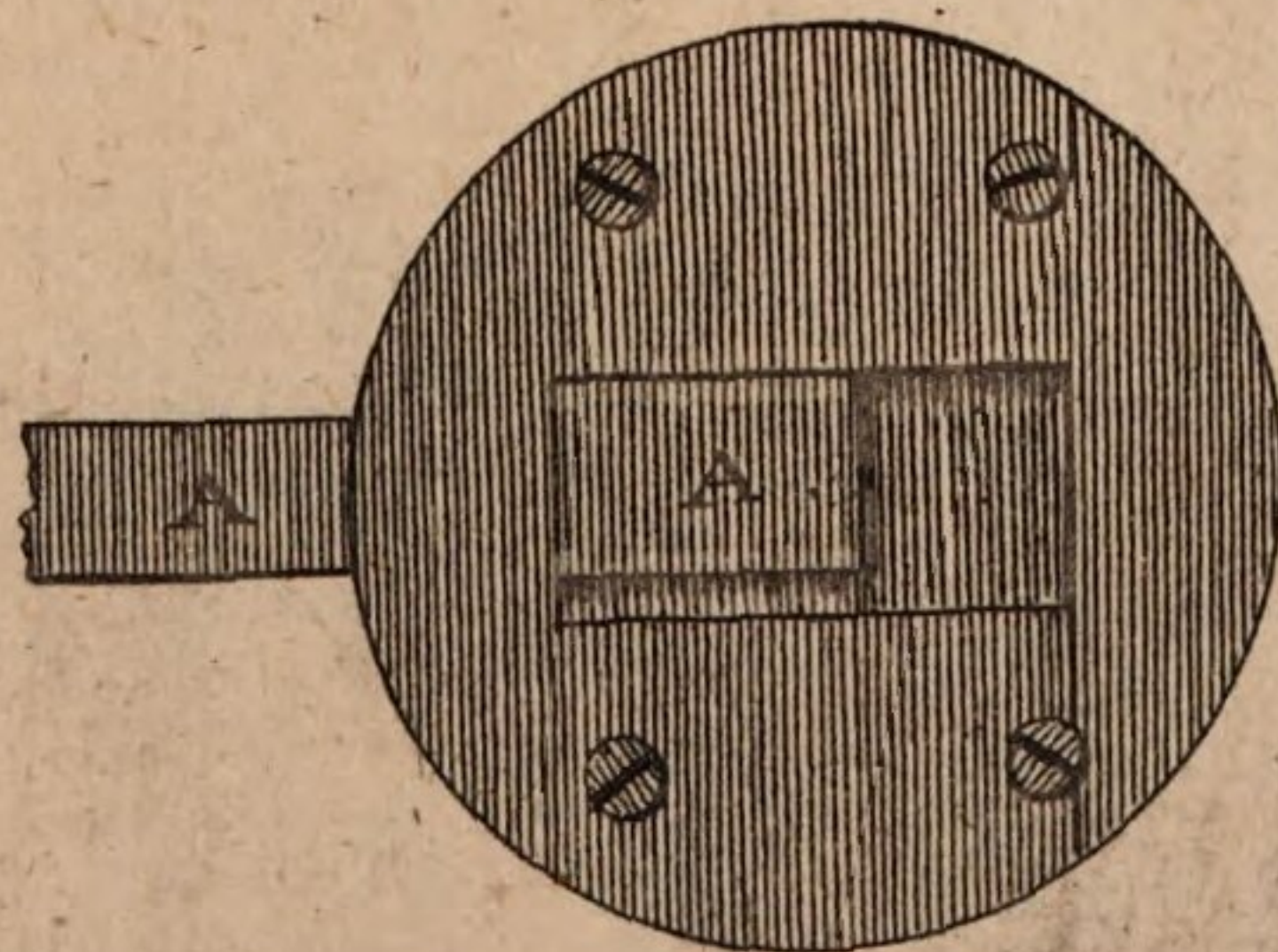
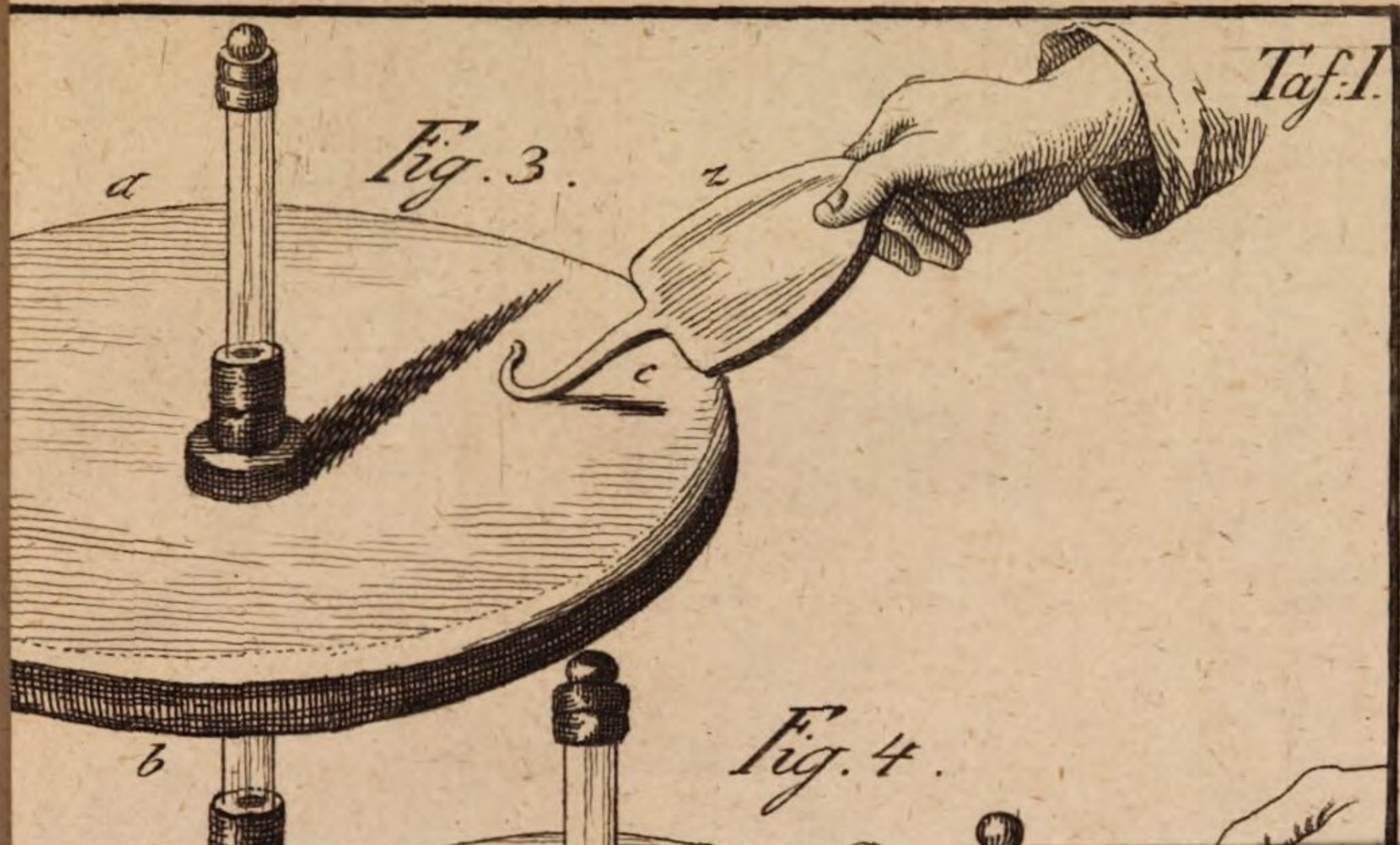


Fig 2.



Volta, Alessandro,

Volta's Neueste Versuche über Galvanismus Beschreibung eines neuen
Galvanometers und andre kleine Abhandlungen über diesen Gegenstand ; mit 2
Kupfern

Wien 1803

Phys.sp. 706

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10134981-9